INISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

148

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :
ITUT NATIONAL DES
USTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE EXTRACTIEBEBRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

LET-AOUT 1971 Mensuel — N°s 7-8 — Maandelijks JULI-AUGUSTUS 1971

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

JUILLET-AOUT 1971 — Mensuel — Nos 7-8 — Maandelijks — JULI-AUGUSTUS 1971

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

n° 7-8 — juillet-août 1971

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

Nr. 7-8 — juli-augustus 1971

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES
1050 BRUXELLES ● EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES ● 1050 BRUSSEL
Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1971/0168

Wettelijke depot : D/1971/0168

BELGIQUE-BELGIE

MINES DE HOUILLE - STEENKOLENMIJNEN

AVRIL-APRIL 1971

BASSINS MINIERS MIJNBEKKENS Périodes Perioden	Production nette Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks Voorraden t	Jours ouvrés Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouv. présents Aantal aanwezig arb.		Indices - Indices			Rendement (kg) Rendement (kg)		Présences (1) Aanw. (%)		Mouvem. main-d'œuvre Werkkrachten schomm.			Grisou capté et valorisé Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
					Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Taille Pijler	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Belgen	Etrangers Vreemdel.	Total Totaal	
Hainaut - Henegouwen	216.430	15.485	38.364	19,10	5.805	8.626	0,218	0,543	0,826	1.843	1.210	71,34	75,21	— 72	— 107	— 179	2.186.653
Liège - Luik	68.252	5.155	40.005	13,37	2.877	4.394	0,253	0,629	0,994	1.589	1.006	78,39	81,97	— 12	— 29	— 41	1.519.870
Campine - Kempen	406.615	51.245	20.408	13,07	11.123	15.940	0,111	0,404	0,600	2.478	1.666	89,53	90,85	— 72	+ 52	— 20	
Le Royaume - Het Rijk	691.297	71.885	98.777	14,94	19.687	28.846	0,159	0,469	0,719	2.130(3)	1.408(3)	82,36	84,60	— 156	— 84	— 240	3.706.523(2)
1971 Mars - Maart	1.147.417	106.278	356.746	22,99	20.610	29.082	0,138	0,420	0,598	2.380	1.673	80,85	83,28	— 72	+ 51	— 21	4.293.148
Février - Februari	1.027.296	92.256	280.217	19,96	20.572	29.065	0,135	0,408	0,583	2.448	1.716	81,56	83,83	— 57	— 45	— 102	4.175.448
1970 Avril - April	1.189.881	110.485	484.380	21,73	23.095	31.968	0,156	0,429	0,600	2.327	1.666	84,11	87,23	— 168	— 167	— 335	4.127.788
1970 M.M.	946.858	93.227	214.909	18,80	21.479	[illegible]	0,157	0,438	0,625	2.284	1.599	83,13	85,37	— 151	— 146	— 297	4.555.460
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20,28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1967 M.M.	1.369.570	96.697	2.643.697	20,31	35.131	47.637	0,202	0,541	0,748	1.847	1.336	85,14	86,78	— 208	— 382	— 590	5.886.368
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20.50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0.86	1,19	1.156	838	84,21	86.29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1.64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24.10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2.475 — Fond et surface : 1.598. — Zonder en sterkte van meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.475 — Onder- en bovengrond : 1.598.

BELGIQUE
BELGIE

FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES
LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t

AVRIL 1971
APRIL 1971

PERIODES PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques Openbare elektr. centrales	Sidérurgie Ijzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux Non-ferro metalen	Chimie Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier Papierpulp, papier	Industries diverses Allerlei nijverheidstakken	Exportations Uitvoer	Total du mois Tot. v. d. maand
1971 Avril - April	83.134		347.266	38.040	152.982	15.377	1.664	7.180	240	2.711	275	3.063	4.849		4.128	6.744	27.738	695.391
Mars - Maart	121.015		518.401	54.126	191.879	15.339	2.016	8.672	407	1.996	608	3.740	5.477		5.086	5.488	42.707	976.957
Février - Februari	95.643		518.215	48.933	167.141	14.182	1.806	8.377	611	1.987	547	1.645	8.587		4.390	5.914	30.400	907.378
1970 Avril - April	139.606		618.607	72.530	197.374	15.535	2.108	7.202	342	2.836	648	3.857	7.424		5.484	5.161	61.546	1.140.260
M.M.	112.550		464.180	54.101	18.468	11.596	19.132	10.100	425	2.370	388	4.161	6.725		4.191	4.359	44.102	925.190
1969 M.M.	132.890		519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564	9.328		4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.	166.544		510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703	11.598		4.382	3.566	95.376	1.207.310
1967 M.M.	179.557		511.078	66.778	322.824	12.848	3.358	12.199	1.900	3.861	1.033	5.946	17.630		4.454	4.134	125.871	1.273.471
1966 M.M.	174.956	(2) 12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	(3) 11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.
(2) [illegible]

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité / Ovens in werking: Batteries / Batterijen	Fours / Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge / Inheemse	Etranger / Uitheemse	Enfourné / In de oven geladen	Huiles combustibles / Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros coke / Dikke cokes > 80 mm	Autres / Andere	Total / Totaal	Consomm. propre / Eigen verbruik	Livr. au personnel / Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. / Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten (2)	(3)	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques / Openb. elektr. centrales	Transports / Vervoer	Autres secteurs / Andere sektors	Exportation / Uitvoer	Total / Totaal	Stock fin de mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
Sidér. - V. staalfabr.	32	1.128	373.150	182.404	624.326	(4)	392.851	82.407	475.258	21	1.572	—		—	—	—	—	—	—	501.234	2.390
Autres - Andere . .	9	250	70.045	53.915	125.181	(4)	71.580	23.254	94.834	5	4	—		—	—	—	—	—	—	159.242	769
Le Royaume - Het Rijk	41	1.378	445.195	234.319	749.507	(4)	464.431	105.661	570.092	26	1.576		3.464	498.582	13	498	31.109	31.769	565.435	660.476	3.159
1971 Avril - April .	41	1.376	542.415	237.048	779.458	(4)	481.264	115.249	596.513	601	2.360		5.955	506.934	78	370	32.378	39.910	585.625	729.731	3.176
Mars - Maart.	41	1.379	508.035	262.880	726.643	(4)	455.572	103.651	459.223	165	2.230		4.904	479.871	15	303	33.126	32.114	550.323	737.090	3.011
1970 Avril - April .	40	1.378	608.847	397.117	806.505	(4)	512.376	107.813	620.189	241	2.887		6.349	527.103	21	—	44.560	39.842	617.875	53.949	3.034
1970 M.M. . . .	42	1.378	471.981	335.828	771.875	(4)	483.060	110.208	593.267	196	2.830		6.162	486.084	39	1.176	41.698	50.362	585.521	688.236	3.041
1969 M.M. . . .	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066		9.084	513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397		11.318	493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
1967 M.M. . . .	43	1.442	501.276	247.575	744.976	1.210	463.687	107.755	571.442	466	4.173		10.678	454.308	362	928	41.099	64.028	571.403	132.940	3.289
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	43	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE / BELGIE — COKERIES / COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production / Produktie	Consomm. propre / Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse / Ammon. fabr.	Sidérurgie / Staalnijverh.	Autres industr. / Andere bedr.	Distrib. publ. / Stadsgas	Sous-produits / Bijprodukten (t): Goudron brut / Ruwe teer	Ammoniaque / Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	211.689	112.283	21.038	86.144	9.324	136	17.508	3.959	3.640
Autres - Andere	44.418	20.947	—	—	11.532	12.471	3.618	708	918
Le Royaume - Het Rijk . .	256.107	133.230	21.038	86.144	20.856	12.607	21.126	4.667	4.558
1971 Avril - April	266.943	141.254	21.945	80.290	23.521	26.336	21.812	4.844	4.864
Mars - Maart	246.990	130.805	19.764	76.049	23.059	24.209	17.373	3.954	4.035
1970 Avril - April	269.480	130.618	21.232	87.326	20.140	54.404	22.960	5.209	5.790
M.M.	264.156	132.455	19.397	80.926	24.615	44.077	19.471	3.995	4.586
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604	12.529	60.304	20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331	7.286	76.002	21.841	5.874	5.567
1967 M.M.	260.580	122.916	36.041	78.819	4.197	75.772	21.176	6.229	4.923
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82 950	23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.63f

FABRIQUES D'AGGLOMERES / AGGLOMERATENFABRIEKEN — AVRIL 1971 / APRIL 1971

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets / Eierkolen	Briquettes / Briketten	Total / Totaal	Consommation propre / Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel / Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. / Grondstoffen (t): Charbon / Steenkool	Brai / Pek	Ventes et cessions / Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
1971 Avril - Ap.	40.380	1.930	42.310	997	11.464	40.355	3.500	29.572	17.139	(4)
Mars - Ma.	60.915	1.762	62.677	1.492	19.002	59.670	5.227	41.861	16.862	228
Fév. - Feb.	51.161	1.610	52.771	3.532	16.568	50.333	4.292	36.227	16.308	232
1970 Avril - Ap.	76.714	4.790	81.504	2.732	18.010	78.112	6.549	60.532	22.583	251
M.M. . . .	59.178	2.920	62.098	2.101	16.990	58.556	4.751	43.469	24.951	230
1969 M.M. . .	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M. . .	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1967 M.M. . .	67.755	4.632	72.387	4.460	13.382	68.756	5.983	55.594	37.589	438
1966 M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M. . . .	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE — BRAI — AVRIL 1971
BELGIE — PEK t — APRIL 1971

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden			Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
	Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal			
1971 Avril - April	2.851	—	2.851	3.500	6.678	409
Mars - Maart	5.635	—	5.635	5.227	7.401	—
Fév. - Februari	4.458	—	4.458	4.292	6.993	—
1970 Avril - April	6.010	346	6.356	6.549	6.156	116
M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1967 M.M.	4.400	40	4.440	5.983	23.403	482
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE — METAUX NON-FERREUX — AVRIL 1971
BELGIE — NON FERRO-METALEN — APRIL 1971

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten								Demi-finis - Half. pr.		Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
	Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	
1971 Avril - April	25.928	16.143	8.078	514	487	3.825	54.975	70.748	37.635	1.849	16.124
Mars - Maart	25.171	14.072	7.000	530	467	3.784	51.024	64.111	40.880	3.746	16.042
Février - Februari	24.580	12.784	7.091	567	509	3.636	49.167	61.411	37.512	2.567	16.119
1970 Avril - April	29.369	21.236	9.182	446	600		64.485	96.160	40.653	3.882	16.985
M.M.	29.423	19.563	3.707	477	585	8.673	62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557	594		57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497	482		59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1967 M.M.	26.489	18.944	8.983	514	419		55.349	41.518	29.487	1.981	16.330
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548	596		55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	640		50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	638		44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	648		43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDER

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	PRODU							
		Produits bruts Ruwe produkten			Produits demi-finis Half-produkten				
		Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en
1971 Avril - April	39	934.866	1.106.167	9.213	44.312	72.229	233.004	69.448	2.76
Mars - Maart	39	942.048	1.108.837	9.908	82.521	88.899	240.093	80.327	1.66
Février - Februari	39	870.177	1.045.609	9.575	66.730	76.098	210.234	62.441	3.52
1970 Avril - April		1.001.805	1.199.554	10.740	60.996	64.459	236.782	96.624	4.09
M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3.13
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.15
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.68
1967 M.M.	40	741.832	809.671	(3)	49.253	56.491	180.743	42.667	2.98
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.48
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.38
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.97
1960 M.M.	53	546.061	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.33
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.31
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.85
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.33
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.48

N.B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbon / Steenkolen	Coke / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten	Lignite / Bruikolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl.	239.361	72.108	946	2.745
France - Frankrijk	16.317	5.075	45	—
Pays-Bas - Nederland	61.094	8.950	21.618	—
Total - Totaal	316.772	86.133	22.609	2.745
PAYS TIERS - DERDE LANDEN :				
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	2.762	6.790	—	—
E.U.A. - V.S.A.	6.974	—	—	—
URSS - USSR	3.746	—	—	—
Pologne - Polen	70.298	—	—	—
Afr. Sud - Z. Afrika	1.557	1.591	—	—
Total - Totaal	85.337	8.381	—	—
Ens. Avr. - 1971 Samen Apr.	402.109	94.514	22.609	2.745
1971 Mars - Maart	482.921	99.551	24.233	3.938
Février - Februari	463.693	97.815	15.190	2.370
1970 Avril - April	720.901	128.929	27.402	4.673
M.M.	630.584	127.577	22.637	3.547
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor.	177.723	118	23.757	2.745
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	224.386	94.396	—	—
3) Réexportation - Wederuit.	15	—	—	—
4) Mouv. stocks - Schom. voor.	— 9.403	—	— 1.148	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination / Land van bestemming	Charbons / Steenkolen	Cokes / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten
CECA - EGKS			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	22.142	870	—
France - Frankrijk	5.226	8.014	3.480
Luxembourg - Luxemburg	350	2.533	—
Pays-Bas - Nederland	—	977	20
Total - Totaal	27.718	12.394	3.500
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
All. Or. - Oost-Duitsl.	4.123	—	—
Espagne - Spanje	3.016	—	—
Roumanie - Roumanië	1.000	—	—
Royaume-Uni - Veren. Konink.	—	631	—
Suède - Zweden	6.225	—	—
Suisse - Zwitserland	1.893	—	—
Divers - Allerlei	3.118	727	—
Total - Totaal	20	19.375	1.358
Ens. Avril - 1971 Samen April.	27.738	31.769	4.858
1971 Mars - Maart	42.707	39.910	2.100
Février - Februari	30.400	32.114	5.337
1970 Avril - April	61.546	39.842	7.287
M.M.	44.106	50.362	7.618

EN STAALNIJVERHEID

AVRIL-APRIL 1971

CTIE t

Walsdraad	Produits finis - Afgewerkte produkten: Tôles fortes / Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes / Middeldikke platen 3 à 4,75 mm / 3 tot 4,75 mm	Larges plats / Universeel staal	Tôles fines noires / Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes / Bandstaal / Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes / Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers / Allerlei	Total des produits finis / Totaal der afgewerkte produkten	Produits finals - Verder bew. prod.: Tôles galv., plomb. et étamées / Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier / Stalen buizen	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeiders
.485	97.437	45.808	2.512	277.147	34.891	7.264	2.374	842.137	68.358	22.183	50.253
.283	102.876	48.551	2.489	266.105	26.619	3.429	2.428	837.820	79.516	26.680	50.445
.998	91.917	59.627	2.590	255.410	30.775	4.601	2.023	795.144	75.309	23.386	50.409
.670	107.672	58.954	2.588	278.346	34.550	6.620	2.225	907.528	69.189	28.236	50.757
.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
.132	74.192	27.872	1.358	180.627	30.369	2.887	2.059	625.890	51.289	19.802	48.148
.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

CARRIERES ET INDUSTRIES CONNEXES
GROEVEN EN AANVERWANTE NIJVERHEDEN

Production Produktie	Unité - Eenheid	Mars - Maart 1971	Fév. - Febr. 1971	Mars - Maart 1970	M.M. 1970
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	30.665	26.210	30.636	30.353
Concassés - Puin . . .	t	720.564	530.663	477.997	592.545
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m^3	28.812	30.019	27.536	28.161
Scié - Gezaagd	m^3	4.723	6.163	6.237	5.931
Façonné - Bewerkt . . .	m^3	1.555	1.077	1.005	979
Sous-prod. - Bijprodukten	m^3	27.870	28.918	21.741	23.242
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m^3	161	102	269	277
Tranches - Platen (20 mm)	m^2	35.081	30.902	37.600	32.338
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . . .	t	685	1.686	1.356	1.706
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	11.875	11.000	25.714	19.436
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	14.532	17.407	15.554	21.293
Concassés - Puin . . .	t	129.362	72.136	98.986	125.583
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	393	13	246	232
Divers taillés - Diverse .	t	3.141	2.875	3.671	4.190
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	64.103	117.849	114.834	128.198
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	97.164	111.294	135.985	153.521
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	523.817	517.572	486.247	558.768
Divers - Allerlei . . .	t	73.070	75.323	144.620	147.986
Ardoise - Leisteen :					
Pr. toitures - Dakleien .	t	328	307	532	399
Schiste ard. - Leisteen .	t	38	61	189	201
Coticule - Slijpstenen . .	kg	2.162	—	2.268	2.069

Production Produktie	Unité - Eenheid	Mars - Maart 1971	Fév. - Febr. 1971	Mars - Maart 1970	M.M. 1970
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	188.847	169.787	316.973	355.858
Sable - Zand . . .	t	23.741	25.575	77.420	76.758
Calcaires - Kalksteen . .	t	2.355.991	1.828.123	1.412.767	785.564
Chaux - Kalk	t	240.969	218.408	190.097	209.882
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	41.446	36.604	35.910	37.164
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	127.361	119.097	119.327	125.286
frittée - witgegloeide .	t	32.673	29.493	32.021	31.030
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	7.181	9.094	7.226	7.330
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m^2	1.239.309	984.536	839.319	92.904
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . . / pavé - straatsteen . .	t	474	292	281	357
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	24.757	18.418	18.934	27.723
Argiles - Klei	t	18.277	9.756	12.710	16.461
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders	t	8.980		9.689	9.394

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE — AVRIL 1971
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — APRIL 1971

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1971 Av. - April.	9.135	136	210	3.896	3.202	20,17	26,90	24,49	2.613	199	2.379	1.740
1970 M.M. . . .	9.733	138	208	3.941	3.013	20,90	26,37	24,61	3.328	296	947	289
Av. - April.	9.975	138	208	3.789	3.013	22,52	24,99(1)	22,76(1)	2.657	339	1.625	26
Belgique - België												
1971 Av. - April.	691	27	37	2.130	1.408	14,94	16,64(1)	15,40(1)	570	42	99	660
1970 M.M. . . .	947	26	37	2.284	1.599	18,80	16,87(1)	14,63(1)	583	62	151	215
Av. - April.	1.189	29	39	2.327	1.666	21,73	15,89(1)	12,77(1)	512	82	484	54
France - Frankr.												
1971 Av. - April.	3.031	61	92	2.613	1.689	21,32	11,91	8,30(2)	1.109	335	5.395	339
1970 M.M. . . .	3.113	66	98	2.643	1.694	21,26	12,13	8,53(2)	1.179	339	6.089	181
Av. - April.	3.604	67	100	2.653	1.733	22,98	10,73	7,31(2)	1.159	396	7.404	97
Italie - Italië												
1971 Av. - April.	25	0,8		3.000					600	7	20	
1970 M.M. . . .	25	0.8		2.991					586		12	
Av. - April.												
Pays-B. - Nederl.												
1971 Av. - April.	317	6,2		3.317					158	74	392	
1970 M.M. . . .	379	7,2		3.260					166		227	
Av. - April.												
Communauté - Gemeenschap												
1971 Av. - April.	13.666	228,9		3.505					5.668	812	10.385	
1970 M.M. . . .	14.196	237,2		3.436					5.844		9.967	
Av. - April.												
Grande Bretagne - Groot-Brittannië				**à front in front**							**en 1.000 t in 1.000 t**	
1971 Sem. du 18 au 24-4 Week van 18 tot 24-4	3.192	223	286	7.479	2.334			15,73			6.536	
1970 Moy. heb. Wekel. gem.	2.743	227	290	7.186	2.226			19,14			7.318	
Sem. du 19 au 25-4 Week van 19 tot 25-4	3.149	231	294	7.328	2.324			18,24			13.711	

N. B. — (1) Uniquement absences individuelles - Alléén individuele afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

JOURNEES D'INFORMATION
MAITRISE ET DEGAGEMENT GRISOUTEUX
AMELIORATION DU CLIMAT

organisées par la Commission des
Communautés Européennes,
Luxembourg, 24-25 février 1971

INFORMATIEDAGEN
BEHEERSING VAN DE MIJNGASUITSTROMING
VERBETERING VAN HET KLIMAAT

ingericht door de Commissie der
Europese Gemeenschappen
Luxemburg, 24-25 februari 1971

Conclusions et perspectives d'avenir

Besluiten en toekomstperspektieven

P. STASSEN *

Au terme de ces troisièmes Journées d'Information, il m'a été demandé de tirer les conclusions des travaux présentés et de faire entrevoir les perspectives d'avenir. C'est une tâche bien difficile de donner, en quarante minutes, une synthèse des résultats si nombreux et si fructueux de deux journées si riches en enseignements et de mettre l'accent sur les tâches futures.

Je tiens tout d'abord à remercier et à féliciter tous les auteurs qui m'ont fourni une matière si abondante et je les prie de bien vouloir m'excuser s'il m'arrive de ne pas bien mettre en valeur certains de leurs travaux.

Tous les conférenciers unanimement ont insisté sur le fait que l'augmentation de la productivité dans les mines était liée à une réduction du nombre de tailles, donc à une augmentation de la production journalière dans les chantiers actifs. Monsieur Harnisch, dans son magistral exposé introductif, a bien mis ce fait en évidence.

Il a montré que le nombre de tailles, qui en Ruhr était de 2.330 en 1957, avait été ramené à 473 en novembre 1970, alors que la production moyenne journalière de ces tailles passait de 212 t à 910 t au cours de la même période.

Extrapolant dans le futur, M. Harnisch estime qu'en tablant sur la production journalière moyenne des dix meilleures tailles, qui est actuellement de 3.000 t, on peut s'attendre à réaliser

* Directeur à l'Institut National des Industries Extractives.
« Bois du Val-Benoît », rue du Chéra, B-4000 LIEGE.

Op het einde van deze derde Informatiedagen heeft men mij gevraagd de besluiten te trekken uit de uiteengezette werken en de toekomstperspektieven te laten uitschijnen. Het is wel een moeilijke opdracht om in veertig minuten een synthese te geven van de zo talrijke en zo vruchtbare resultaten van twee dagen, die zo rijk zijn aan onderrichtingen, en om de nadruk te leggen op de toekomstige taken.

Eerst en vooral sta ik erop al de auteurs, die mij zo overvloedig van stof hebben voorzien, te bedanken en geluk te wensen en ik verzoek hen mij wel te willen verontschuldigen indien het mij overkomt dat ik sommige van hun werkzaamheden niet goed doe uitkomen.

Alle sprekers hebben unaniem met nadruk gewezen op het feit dat de verhoging van de produktiviteit in de mijnen verbonden was met een beperking van het aantal pijlers, dus met een verhoging van de dagelijkse produktie in de aktieve werkplaatsen. De Heer Harnisch heeft dit feit wel degelijk in het licht geplaatst in zijn meesterlijke inleidende uiteenzetting.

Hij heeft aangetoond dat het aantal pijlers, dat in 1957 in de Ruhr 2.330 bedroeg, in november 1970 tot 473 was teruggebracht, terwijl de gemiddelde dagelijkse produktie van die pijlers in de loop van dezelfde periode van 212 t naar 910 t ging.

In de toekomst extrapolerend, meent de Heer Harnisch dat men, rekenend op de gemiddelde dagelijkse produktie van de tien beste pijlers, die tegenwoordig 3.000 ton bedraagt, zich eraan kan

* Direkteur bij het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven.
« Bois du Val-Benoît », rue du Chéra, B-4000 LIEGE.

la production du bassin de la Ruhr avec 150 tailles seulement en 1980.

Cette modification dans la structure des mines pose à de nombreux sièges des problèmes nouveaux d'aérage. Il faut augmenter les débits d'air, maîtriser des dégagements de grisou beaucoup plus importants et évacuer des quantités de calories en provenance du charbon extrait et des roches mises à nu.

Les recherches entreprises depuis dix ans déjà avec l'aide financière de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, apportent aujourd'hui une contribution très appréciable à la solution de ces problèmes. Vous avez déjà pu vous en rendre compte personnellement et nous profitons de l'occasion qui nous est offerte pour remercier les Organes de la Communauté pour leur concours très efficace et très persévérant.

Les travaux de ces deux Journées étaient divisés en 6 chapitres, dont les 5 premiers étaient plus particulièrement destinés à faire le point de nos connaissances en matière de grisou et des moyens de le combattre, tandis que le 6ème traitait de la climatisation et de la réfrigération des mines chaudes, ainsi que des échanges calorifiques entre les roches et l'air de ventilation.

Dans les conclusions, j'ai repris l'ordre des 6 chapitres, à savoir :

I. Gisement du grisou.
II. Dégagement du grisou.
III. Prévision du dégagement grisouteux.
IV. Maîtrise du dégagement de grisou.
V. Surveillance de l'aérage et du captage.
VI. Climat des mines.

Et je termine par un septième intitulé :

VII. Perspectives d'avenir.

I. GISEMENT DU GRISOU

Les termes utilisés par les auteurs dans leur rapport tels, par exemple, le dégagement de gaz spécifique, le dégagement fondamental, le dégagement supplémentaire, la concentration en gaz d'une couche, etc., ont été définis dans le rapport de M. Paul, intitulé « Mesure de la concentration en gaz du charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines », présenté à la deuxième Journée d'Information sur « Le grisou et les moyens de le combattre » tenue à Luxembourg en février 1967. Je conseille aux lecteurs de revoir ce texte avant d'aborder l'étude des rapports de ces troisièmes journées.

verwachten dat de produktie van het bekken van de Ruhr in 1980 met slechts 150 pijlers wordt verwezenlijkt.

Deze wijziging in de struktuur van de mijnen stelt nieuwe verluchtingsproblemen voor talrijke zetels. Men moet het luchtdebiet verhogen, veel aanzienlijker mijngasuitstromingen beheersen en hoeveelheden kalorieën, die voortkomen van de gedolven steenkool en van de blootgelegde gesteenten, afvoeren.

De onderzoekingen, die reeds gedurende tien jaar met de financiële steun van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal worden ondernomen, dragen heden ten dage zeer merkbaar bij tot de oplossing van die problemen. U heeft zich reeds persoonlijk kunnen rekenschap ervan geven en wij nemen de gelegenheid, die ons wordt aangeboden, te laat, om de Organen van de Gemeenschap te bedanken voor hun zeer doeltreffende en zeer standvastige medewerking.

Het werk van deze twee Studiedagen werd in 6 hoofdstukken verdeeld, waarvan de 5 eerste meer in het bijzonder bestemd waren om een bestek op te maken van onze kennis op gebied van mijngas en van de middelen om het te bestrijden, terwijl het 6de handelde over de klimatisering en over de afkoeling van warme mijnen, evenals over de kalorische uitwisseling tussen de gesteenten en de ventilatielucht.

Ik heb de volgorde van de 6 hoofdstukken in de besluiten hernomen, namelijk :

I. Aanwezigheid van het mijngas.
II. Uitstroming van het mijngas.
III. Vooraf bepalen van de mijngasuitstroming.
IV. Beheersing van de mijngasuitstroming.
V. Bewaking van de luchtverversing en van de afzuiging.
VI. Klimaat in de mijnen.

En ik eindig met een zevende, getiteld :

VII. Toekomstperspektieven.

I. AANWEZIGHEID VAN HET MIJNGAS

De begrippen die door de auteurs gebruikt worden in hun verslagen, zoals bijvoorbeeld : de bijzondere gasuitstroming, de fundamentele uitstroming, de bijkomende uitstroming, de gasconcentratie in een laag, enz..., zijn omschreven in het verslag van de Heer Paul, getiteld « Meting van de gasconcentratie van de steenkool en van het deel van deze concentratie dat vrijkomt in de mijnen », voorgedragen op de tweede Informatiedag over « Het mijngas en de middelen om het te bestrijden », die in februari 1967 te Luxemburg is gehouden. Ik raad de lezers aan deze tekst te herzien vooraleer de studie van de verslagen van deze derde Studiedagen aan te vatten.

De plus, MM. Belin et Paul ont très judicieusement rappelé certaines notions sur la liaison gaz-charbon qui avaient aussi déjà été exposées aux Journées antérieures.

Dans le charbon en place, le gaz contenu se présente sous la forme de gaz libre et de gaz adsorbé.

Le gaz libre est le gaz sous pression dans les pores du charbon, c'est-à-dire la fraction du volume apparent du charbon qui n'est pas occupé par de la matière homogène. Compte tenu de l'existence de hautes contraintes dans les gisements vierges d'Europe Occidentale, la porosité est faible et son ordre de grandeur n'est que de 3 % du volume apparent du charbon.

Le gaz adsorbé est lié au charbon. L'adsorption est une liaison superficielle de nature physique, réversible et légèrement exothermique. La surface adsorbante du charbon est très grande. En 1936 déjà, M. Coppens, qui était alors jeune chercheur à l'Institut National des Mines à Pâturages, avait montré que certains charbons belges avaient une surface adsorbante de 100 m^2 par gramme.

La quantité de gaz adsorbé dépend de différents facteurs :
— de la pression;
— de la nature du gaz — CH_4 ou CO_2;
— de la température;
— de l'humidité naturelle du charbon;
— de la teneur en matières volatiles;
— des macéraux qui constituent la couche.

Quand la pression augmente, la quantité de gaz adsorbé augmente suivant les isothermes d'adsorption (fig. 1). Un même charbon est capable d'adsorber plus de CO_2 que de CH_4.

Si la température augmente (comme cela se passe en profondeur), la quantité de gaz adsorbé diminue.

Si l'humidité naturelle augmente, la quantité de gaz adsorbé diminue. L'eau d'infusion n'a pas le même effet que l'humidité naturelle mais elle contrarie la désorption, ce qui est aussi intéressant au point de vue du dégagement grisouteux.

La teneur en matières volatiles des charbons a aussi une influence (fig. 2). La concentration minimale en gaz des charbons se situe entre 20 et 30 % de matières volatiles. Cela est dû aux modifications profondes que provoque la houillification dans la structure chimique du charbon. Ce phénomène a été bien mis en évidence lors des Journées d'Information organisées à Luxem-

Bovendien hebben de Heren Belin en Paul zeer oordeelkundig op sommige begrippen op het gebied van de verbinding gas-steenkool, die ook reeds op vroegere Studiedagen waren uiteengezet, gewezen.

Bij de steenkool in situ doet de gasinhoud zich voor in de vorm van vrij gas en van geadsorbeerd gas.

Het vrije gas is het gas onder druk in de poriën van de steenkool, dat wil zeggen het deel van het uitwendige volume van de steenkool dat niet door de homogene stof wordt ingenomen. Rekening gehouden met het bestaan van hoge spanningen in de onontgonnen afzettingen van West-Europa, is de porositeit klein en zijn grootteorde bedraagt slechts 3 % van het uitwendige volume van de steenkool.

Het geadsorbeerde gas is aan de steenkool gebonden. De adsorptie is een verbinding aan de oppervlakte van fysieke, omkeerbare en licht exothermische aard. De adsorberende oppervlakte van de steenkool is zeer groot.

Reeds in 1936 had de Heer Coppens, die toen een jonge vorser was aan het Nationaal Mijninstituut te Pâturages, aangetoond dat sommige Belgische steenkolen een adsorberende oppervlakte van 100 m^2 per gram hadden.

De hoeveelheid geadsorbeerd gas is van verschillende faktoren afhankelijk :
— van de druk;
— van de aard van het gas : CH_4 of CO_2;
— van de temperatuur;
— van de natuurlijke vochtigheid van de steenkool;
— van het gehalte en vluchtige bestanddelen;
— van de maceralen die de laag vormen.

Wanneer de druk verhoogt, verhoogt de hoeveelheid geadsorbeerd gas volgens de adsorptieïsothermen (fig. 1). Eenzelfde steenkool kan meer CO_2 dan CH_4 adsorberen.

Indien de temperatuur verhoogt (zoals dat in de diepte gebeurt), vermindert de hoeveelheid geadsorbeerd gas.

Indien de natuurlijke vochtigheid verhoogt, vermindert de hoeveelheid geadsorbeerd gas. Het injectiewater heeft niet hetzelfde effekt als de natuurlijke vochtigheid maar het werkt de desorptie tegen, hetgeen ook interessant is voor de mijngasuitstroming.

Het gehalte aan vluchtige bestanddelen van de steenkolen heeft ook een invloed (fig. 2). De minimale gasconcentratie van de steenkolen is tussen 20 en 30 % vluchtige bestanddelen gelegen. Dit is te wijten aan de grondige wijzigingen die de inkoling bij de chemische struktuur van de steenkool veroorzaakt. Dit verschijnsel is duidelijk uiteengezet tijdens de Informatiedagen, in

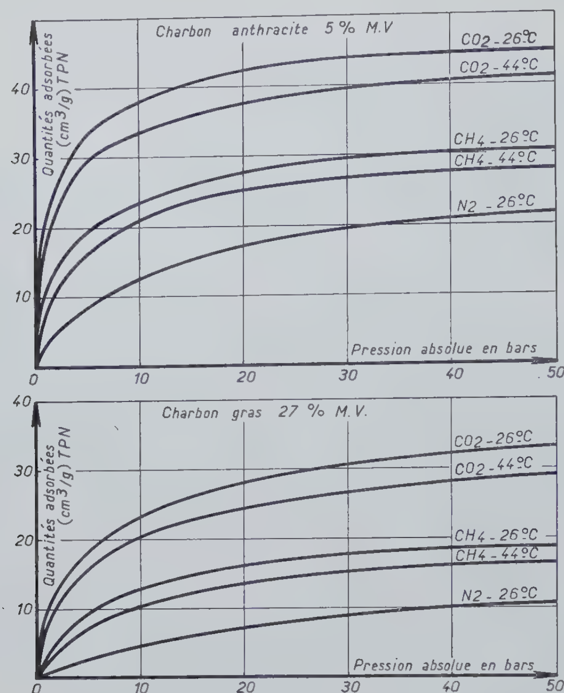


Fig. 1.

Exemples d'isothermes d'adsorption (Belin).
- Le gaz CO2 est plus adsorbable que le gaz CH4.
- La quantité de CH4 adsorbée décroît lorsque la température augmente : à partir de 26 °C, 0,8 % par degré pour le charbon gras, 0,6 % par degré pour le charbon anthracite.

Voorbeelden van adsorptieïsothermen (Belin).
- Het CO2-gas is adsorbeerbaarder dan het CH4-gas.
- De geadsorbeerde hoeveelheid CH4 vermindert terwijl de temperatuur stijgt : vanaf 26 °C, 0,8 % per graad voor de vette steenkool en 0,6 % per graad voor de antraciet.

charbon anthracite = antraciet
quantités adsorbées = geadsorbeerde hoeveelheden
pression absolue en bars = absolute druk in bar
charbon gras = vette steenkool

bourg en décembre 1970 et intitulées « Recherche charbonnière : Application de la technique minière - Base pour nouveaux produits ».

Cependant, comme le dit M. Belin, il ne faudrait pas croire que les charbons à 20 ou 25 % de teneur en matières volatiles sont moins grisouteux que les autres charbons, car la pression qui règne en un point d'un gisement minier non détendu par l'exploitation dépend en premier lieu de son histoire géologique et non pas du rang du charbon. Il peut y avoir des gisements très grisouteux, depuis les anthracites jusqu'aux flambants.

december 1970 te Luxembourg georganiseerd en getiteld « Steenkolenonderzoek : toepassing van de mijntechniek - basis voor nieuwe produkten ».

Zoals de Heer Belin zegt, zou men nochtans niet moeten geloven dat de steenkolen met 20 of 25 % gehalte aan vluchtige bestanddelen minder mijngasachtig zijn dan de andere steenkolen, want de druk die er heerst in een punt van een mijnafzetting, die niet door de exploitatie is ontspannen, hangt in de eerste plaats af van zijn geologische geschiedenis en niet van de graad van de steenkool. Men kan er zeer mijngasachtige afzettingen hebben, van antraciet tot vlamkolen.

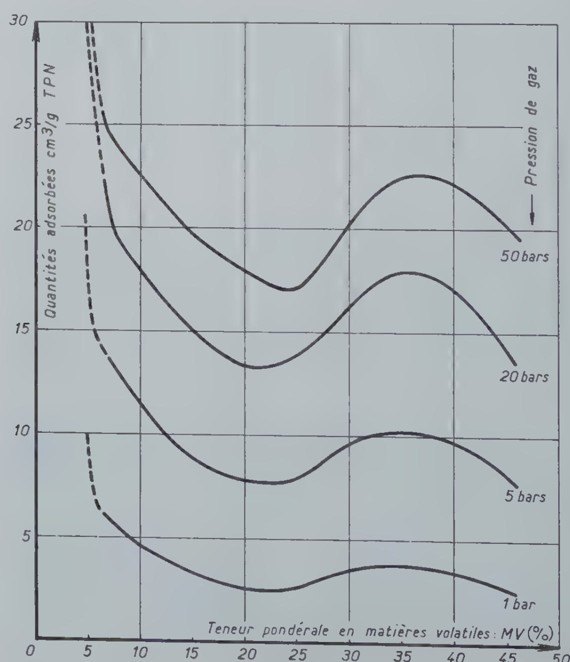


Fig. 2.

Evolution de la quantité de méthane adsorbée en fonction du rang du charbon et de la pression de gaz (Belin).

Evolutie van de hoeveelheid geadsorbeerd methaan aan de hand van de graad van de steenkool en van de gasdruk (Belin).

quantités adsorbées = geadsorbeerde hoeveelheden
pression de gas = gasdruk
teneur pondérale en matières volatiles = gewichtsgehalte aan vluchtige bestanddelen

Quant aux macéraux qui constituent les couches, M. Kneuper signale que le pouvoir d'adsorption augmente notablement avec la teneur en exinite, en résinite et en fusinite. Pour connaître la concentration en gaz désorbable d'une veine, il sera donc nécessaire de prélever plusieurs échantillons — suivant les différents sillons d'une même veine — et de faire la moyenne des mesures de concentration.

D'après les très nombreuses mesures effectuées dans tous les gisements d'Europe Occidentale, la concentration en gaz des veines varie de 1 ou 2 m^3 à 30 m^3/t, mais les concentrations les plus fréquentes se situent entre 10 et 20 m^3/t.

Il existe actuellement deux méthodes qui permettent de déterminer, d'une façon pratique et avec une précision suffisante, la concentration en gaz d'une couche de charbon.

— La méthode indirecte, décrite par M. Paul.

— La méthode directe, décrite par M. Belin.

La *méthode indirecte* consiste à mesurer la pression de gaz dans le massif et à comparer, en laboratoire, la quantité de gaz adsorbée par un échantillon de charbon prélevé dans la veine. Elle exige un équipement assez élaboré, des cannes de mesures parfaitement étanches et une mesure de pression de gaz qu'il ne faut pas confondre avec une mesure de pression d'eau (fig. 3).

Betreffende de maceralen die de lagen vormen, stipt de Heer Kneuper aan dat het adsorptievermogen aanzienlijk verhoogt met het exiniet-, resiniet- en fusinietgehalte. Om de desorbeerbare gasconcentratie van een laag te kennen, is het dus nodig verscheidene monsters te nemen — volgens de verschillende beddingen van eenzelfde laag — en het gemiddelde van de concentratiemetingen te maken.

Volgens de zeer talrijke opmetingen in al de afzettingen van West-Europa varieert de gasconcentratie van de lagen van 1 of 2 m^3/t tot 30 m^3/t, maar de meest voorkomende concentraties zijn tussen 10 en 20 m^3/t gelegen.

Tegenwoordig bestaan er twee methodes die het bepalen van de gasconcentratie van een kolenlaag op een praktische wijze en met een voldoende nauwkeurigheid mogelijk maken.

— De onrechtstreekse methode, beschreven door de Heer Paul.

— De rechtstreekse methode, beschreven door de Heer Belin.

De *onrechtstreekse methode* bestaat in het meten van de gasdruk in het massief en in het vergelijken in het laboratorium met de hoeveelheid gas, geadsorbeerd door een steenkolenmonster, dat in de laag wordt genomen. Zij vergt een vrij zorgvuldig voorbereide uitrusting, volledig dichte meetsondes en een gasdrukmeting die men niet moet verwarren met een waterdrukmeting (fig. 3).

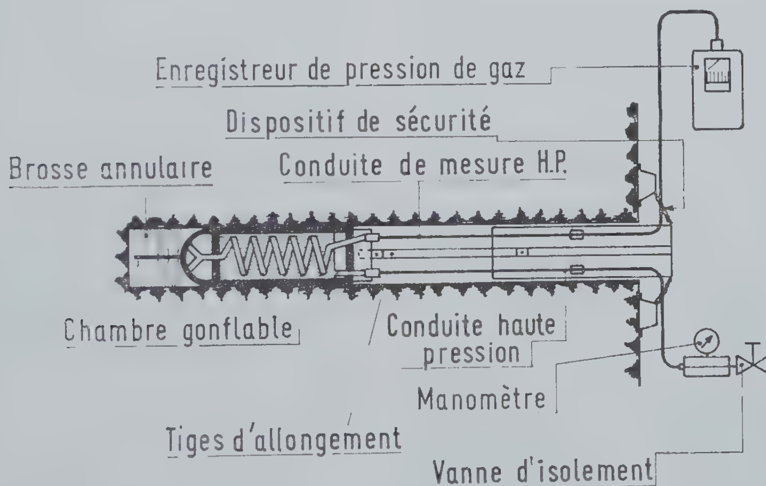


Fig. 3.
Schéma de la sonde de mesure de pression de gaz (Paul).
Schematische voorstelling van een gasdrukmeetsonde (Paul).

Enregistreur de pression de gaz = Gasdrukregistreerapparaat
Dispositif de sécurité = Veiligheidsinrichting
Brosse perforée = Buizenborstel
Conduite de mesure HP = Hogedrukmeetleiding
Chambre gonflable = Zwelkamer
Conduite haute pression = Hogedrukleiding
Tiges d'allongement = Boorstang
Vanne d'isolement = Afsluitkraan

Lorsqu'on emploie la *méthode directe*, on prélève des fines de foration à une certaine profondeur dans la couche à partir d'un front accessible à l'aide d'un matériel de forage et d'un tube carottier. On prélève un échantillon de 10 à 15 g, de granulométrie supérieure à 2 mm. On a choisi 2 mm, parce que le temps nécessaire à la désorption du grisou des grains de cette granulométrie est suffisamment long, ce qui réduit l'erreur lors du prélèvement de l'échantillon. Le temps de prélèvement ne dure que 2 ou 3 minutes, suivant la profondeur de prise et les courbes de la figure 4 mettent bien ce phénomène en évidence.

On place l'échantillon dans un flacon étanche de volume connu. On étudie la loi de variation de la pression dans le flacon au cours des premières minutes, ce qui permet d'évaluer la quantité de gaz perdue entre le moment de l'extraction de l'échantillon du massif et sa mise en flacon pour le transport.

En surface, on mesure la quantité de gaz désorbée dans le flacon pendant le transport, puis on mesure la quantité de gaz libérée par l'échantillon lors de son broyage à une granulométrie inférieure à 100 microns. A cette granulométrie, le temps de désorption est inférieur à 15 minutes, comme on peut le voir sur la figure 4.

Il y a lieu de noter que la mesure directe ne prend pas en compte le gaz comprimé dans les pores du charbon en place, car il se dégage instantanément lorsque l'échantillon est mis à la pression atmosphérique. L'erreur est faible 1 m^3/t sur 15 m^3/t pour une pression de 50 bars en charbon gras (Belin).

Cette méthode ne tient pas compte du gaz non désorbable, c'est-à-dire dont la pression correspondante de l'isotherme est inférieure à 1 bar absolu (en effet, ce gaz ne se dégage dans l'atmosphère de la mine que très lentement par diffusion moléculaire dans les fissures). Ce volume de gaz est important et est pris en considération au cha-

Wanneer men *de rechtstreekse methode* gebruikt, neemt men fijnkolen van een boring op een bepaalde diepte in de laag vanaf een front dat bereikbaar is met behulp van boormateriaal en van een kernboor. Men neemt een monster van 10 à 15 g met een grotere korreldikte dan 2 mm. Men heeft 2 mm gekozen omdat de tijd die nodig is voor de desorptie van het mijngas van de korrels van deze korrelgrootte lang genoeg is, hetgeen de vergissing tijdens de bemonstering beperkt. De bemonsteringstijd duurt slechts 2 of 3 minuten, volgens de opnamediepte, en de krommen van figuur 4 stellen dit verschijnsel duidelijk in het licht.

Men plaatst het monster in een dicht flesje met gekend volume. Men gaat zorgvuldig de variatiewet na van de druk in het flesje tijdens de eerste minuten, waardoor men de hoeveelheid gas kan evalueren die tussen het ogenblik van de extractie van het monster uit het massief en zijn plaatsing in het flesje voor het vervoer, is verloren gegaan.

Bovengronds meet men de hoeveelheid gas, gedesorbeerd in het flesje tijdens het vervoer; vervolgens meet men de hoeveelheid gas, vrijgegeven door het monster tijdens zijn verbrijzeling tot een korrelgrootte van minder dan 10 micron. Bij deze korrelgrootte is de desorptietijd korter dan 15 minuten, zoals men op figuur 4 kan zien.

Men moet wel noteren dat de rechtstreekse methode geen rekening houdt met het gas dat in de poriën van de steenkolen in situ is samengedrukt, want het komt ogenblikkelijk vrij wanneer het monster aan de atmosferische druk wordt blootgesteld. De fout is gering : 1 m^3/t op 15 m^3/t voor een druk van 50 bar in vette steenkool (Belin).

Deze methode houdt geen rekening met het niet-desorbeerbare gas, dat wil zeggen waarvan de druk, die met de isotherm overeenkomt, lager is dan 1 absolute bar. (Dit gas komt inderdaad in de atmosfeer van de mijn slechts zeer langzaam door moleculaire diffussie in de spleten vrij). Dit gasvolume is aanzienlijk en wordt in

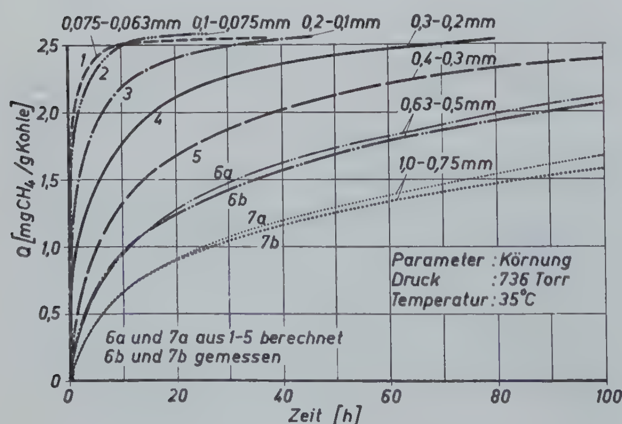


Fig. 4.

Evolution dans le temps de la désorption de méthane de diverses fractions granulométriques du charbon de la couche Mausegatt (Paul).

Metaanadsorptie in functie van de tijd voor verschillende korrelsamenstellingen in de laag Mausegatt (Paul).

Zeit (h) = Temps (h) = Tijd (h)
Parameter : Körnung = Paramètre : granulométrie = Parameter : korrelgrootte
Druck : 736 Torr = Pression : 736 Torr = Druk : 736 Torr
6a und 7a aus 1-5 berechnet = 6a et 7a calculées d'après 1-5 = 6a en 7a berekend uit 1-5
6b und 7b gemessen = 6b et 7b mesurées = 6b en 7b gemeten

pitre du captage du grisou sur mines abandonnées.

La méthode directe est seule capable de donner l'évolution de la concentration avant et après détente d'une couche, c'est-à-dire par exemple la concentration résiduelle d'une veine influencée par l'exploitation d'une autre. Elle permet aussi d'étudier la profondeur de la zone dégazée autour d'un traçage.

Le matériel utilisé est simple et peu coûteux et les mesures sont très rapides, on peut donc les renouveler fréquemment, les faire dans les différents sillons d'une même veine et à différentes profondeurs.

Etant donné l'importance de ces mesures de concentration pour la prévision des dégagements grisouteux, nous pensons que toutes les mines devraient au moins posséder un équipement de ce genre.

Par contre, la méthode indirecte permet de connaître la concentration en gaz de veines encore inaccessibles à l'aide de sondages de 50 à 60 m de longueur, effectués à partir d'un bouveau ou d'une veine voisine par exemple.

Stampes stériles

Y a-t-il du grisou dans les stampes ? En dehors des veines exploitables et des veinettes de plus de 0,30 m — qui sont renseignées assez exactement dans les échelles stratigraphiques — certaines stampes sont parfois entrecoupées de minces veinettes, de passées de veine et de filets charbonneux qui peuvent contenir une proportion non négligeable de grisou. De plus, certains schistes sont véritablement farcis de filets charbonneux qui interviennent certainement dans le dégagement de grisou.

M. Brandl, en Sarre, attire tout spécialement l'attention sur ce phénomène et montre que le dégagement de grisou est très différent d'un champ à l'autre, alors que la concentration en grisou d'une même veine est sensiblement la même. Ceci est dû à la différence de faciès considérable du toit et du mur de cette même veine dans deux champs voisins. D'une part, on trouve dans les stampes du champ d'Alsbach des sédiments puissants macro-clastiques (c'est-à-dire en majeure partie constitués de grès et de conglomérats) avec disparition presque totale des veinettes alors que, dans le champ voisin de Klarenthal, le toit et le mur de la veine sont principalement constitués de sédiments microclastiques, c'est-à-dire schisteux avec une grande proportion de veinettes et de filets charbonneux. Le dégagement de grisou lors de l'exploitation d'une même veine dans le champ de Klarenthal est trois fois plus grand que dans celui d'Alsbach, unique-

het hoofdstuk over de afzuiging van het mijngas uit verlaten mijnen behandeld.

De rechtstreekse methode kan enkel de evolutie van de concentratie vóór en na ontspanning van een laag geven, dat wil zeggen, bijvoorbeeld de overblijvende concentratie van een laag, die door de exploitatie van een andere wordt beïnvloed. Zij maakt ook het bestuderen van de diepte van de ontgaste zone rondom een galerij mogelijk.

Het gebruikte materiaal is eenvoudig en kost weinig, en de metingen gebeuren zeer snel; men kan ze dus vaak hernieuwen en ze in de verschillende beddingen van eenzelfde laag en op verschillende diepten doen.

Gezien het belang van deze concentratiemetingen voor het vooraf bepalen van de mijngasuitstromingen denken wij dat alle mijnen tenminste een uitrusting van dit soort zouden moeten bezitten.

De onrechtstreekse methode maakt het daarentegen mogelijk de gasconcentratie te kennen van lagen die nog onbereikbaar zijn met boringen van 50 tot 60 m lengte, die bijvoorbeeld vanaf een steengang of een naburige laag worden uitgevoerd.

Steriele banken

Is er mijngas in de steriele banken ? Buiten de ontginbare lagen en de laagjes van meer dan 0,30 m — die vrij juist in de stratigrafische schalen worden aangegeven — worden sommige steriele banken soms doorsneden door dunne laagjes, kolenriffels en kolendraden, die een niet te verwaarlozen proportie mijngas kunnen bevatten. Bovendien zijn sommige schiefers werkelijk doorspekt met kolenriffeltjes die de mijngasuitstroming zeker beïnvloeden.

De Heer Brandl vestigt heel bijzonder de aandacht op dit verschijnsel in de Saar en toont aan dat de mijngasuitstroming van het ene tot het andere veld ten zeerste verschilt, terwijl de mijngasconcentratie in eenzelfde laag opvallend dezelfde is. Dit is te wijten aan het aanzienlijk verschil tussen de faciës van het dak en van de vloer van die zelfde laag in twee naburige velden. Enerzijds vindt men in de steriele banken van het veld van Alsbach macro-verbrokkelde dikke afzettingen (dat wil zeggen voor het grootste gedeelte uit zandsteen en conglomeraten samengesteld) met bijna totale afwezigheid van laagjes terwijl in het naburige veld van Klarenthal het dak en de vloer van de laag hoofdzakelijk uit micro-verbrokkelde afzettingen zijn samengesteld, dat wil zeggen leiachtig met een grote proportie kolenlaagjes en kolenriffeltjes. De mijngasuitstroming tijdens de ontginning van een zelfde laag in het veld van Klarenthal is driemaal groter dan

ment à cause des faciès différents des stampes qui encadrent cette même couche.

De telles différences s'observent plus fréquemment sur de courtes distances dans les gisements limniques (Sarro-lorrains, par exemple) que dans les gisements paraliques.

Cependant dans ces derniers, les épaisseurs des couches et des stampes varient latéralement, des dichotomies nombreuses existent et celles-ci sont souvent accompagnées de variations de faciès des stampes. Il importe donc d'en tenir compte pour les prévisions des dégagements grisouteux.

Les stampes peuvent-elles constituer des réservoirs de gaz ?

M. Kneuper signale que la perméabilité des sédiments stériles du Westphalien Sarrois est très faible en massif vierge et du même ordre de grandeur que celle du charbon, c'est-à-dire 10^{-7} à 10^{-8} Darcy.

Les épontes à l'état vierge sont, en général, aussi peu poreuses et aussi peu perméables que le charbon. Elle ne deviennent perméables que sous l'influence des travaux d'exploitation.

Par contre, il existe cependant un petit nombre de bancs de grès qui ont une porosité et une perméabilité relativement élevées et qui peuvent servir de réservoirs de gaz. Le phénomène des soufflards, bien connu depuis longtemps, à la recoupe de certains bancs de grès par des bouveaux en est le témoignage.

Dans certains gisements, tels ceux de Rybnik au sud de la Silésie Polonaise et de Moraska Ostrava en Tchécoslovaquie, le grisou a migré hors des couches au cours des temps géologiques et est venu s'accumuler au sommet du Houiller au contact de morts-terrains imperméables.

Dans ces gisements, c'est l'étage supérieur qui est le plus grisouteux et le grisou est en majeure partie contenu dans les stampes. C'est le creusement des bouveaux et des traçages qui demande des précautions particulières. Il s'agit en quelque sorte d'un véritable gisement de gaz naturel au sommet du Houiller.

La tectonique peut aussi jouer un rôle important dans le gisement du grisou. Des champs d'exploitation voisins, séparés par des failles radiales ou des failles de charriage, peuvent avoir des concentrations en grisou très différentes. Certaines failles sont très perméables au gaz et ont servi de drains à l'échappement du grisou vers les affleurements par exemple. D'autres, au contraire, sont totalement imperméables et délimitent des champs à haute concentration.

in dat van Alsbach, enkel omwille van de verschillende faciës van de steriele banken die diezelfde laag omringen.

Dergelijke verschillen worden vaker waargenomen over korte afstanden in de limnieke afzettingen (Saar - Lotharingen bijvoorbeeld) dan in de paralieke afzettingen.

Nochtans varieert bij deze laatste de dikte van de lagen en van de steriele banken in de breedte; er zijn talrijke scheidingen en deze zijn vaak vergezeld van faciësvariaties van de steriele banken. Het is dus belangrijk er rekening mee te houden voor het vooraf bepalen van de mijngasuitstroming.

Kunnen de steriele banken gasreservoirs vormen ?

De Heer Kneuper wijst erop dat de doordringbaarheid van de steriele afzettingen van het Saarlands Westfaliaan zeer gering is in het onontgonnen massief en van dezelfde grootteorde als die van de steenkool, dat wil zeggen 10^{-7} tot 10^{-8} Darcy.

In het algemeen zijn de onontgonnen nevengesteenten eveneens weinig poreus en even weinig doordringbaar als de steenkool. Zij worden slechts onder invloed van de ontginningswerkzaamheden doordringbaar.

Daarentegen bestaat er toch een klein aantal zandsteenlagen die een betrekkelijk hoge porositeit en doordringbaarheid hebben en die als gasreservoirs kunnen dienen. Het verschijnsel van de blazers, sinds lang goed gekend, bij het aansnijden van sommige zandstaanlagen door steengangen is er het bewijs van.

In sommige afzettingen, zoals die van Rybnik in het zuiden van Pools Silezië en van Moraska Ostrava in Tsjecho-Slovakije, is het mijngas in de loop der geologische tijden buiten de lagen gemigreerd en hoeft zich aan de top van het Gebergte bij het contact met ondoordringbare deklagen samengetrokken.

In die afzettingen is de bovenste verdieping de meest mijngasachtige en het mijngas bevindt zich grotendeels in de steriele banken. Het drijven van de steengangen en van de galerijen vraagt bijzondere voorzorgen. Het gaat in zekere zin om een ware afzetting van natuurlijk gas aan de top van het gebergte.

De tektoniek kan ook een belangrijke rol spelen in de afzetting van het mijngas. Naburige exploitatievelden, gescheiden door radiale breuken of overschuivingen, kunnen zeer verschillende mijngasconcentraties hebben. Sommige breuken zijn zeer doordringbaar voor het gas en hebben als afvoer gediend bij het ontsnappen van het mijngas naar de dagzomen bijvoorbeeld. Andere zijn daarentegen totaal ondoordringbaar en begrenzen velden met hoge concentratie.

Rien que dans ce premier chapitre, on constate la grande diversité des conditions de gisement que l'on trouve dans la nature. Ceci nous montre qu'il est dangereux de tirer des conclusions hâtives et qu'il est indispensable de faire simultanément des recherches approfondies dans tous les bassins pour s'adapter à cette diversité que la nature nous réserve.

II. DEGAGEMENT DE GRISOU

Lorsqu'un front de charbon est mis à nu, le grisou qui se trouve dans les pores s'échappe immédiatement. Le grisou adsorbé désorbe progressivement. Comme le charbon et les stampes du Houiller sont en général très peu perméables au grisou, le dégagement reste faible et limité. Cependant, autour d'une galerie creusée en terrains vierges, il se forme une zone de terrains détendus et fissurés et, de ce fait, le grisou contenu dans cette zone se dégage.

Par contre, l'exploitation par longues tailles donne lieu, elle, à une fissuration intense du charbon et des épontes qui encadrent la couche. Les clivages s'ouvrent, de plus les bancs du toit et du mur se décollent, ce qui constitue des plans de migration privilégiés. Cette zone détendue par l'exploitation devient très perméable au gaz. Sa perméabilité est de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-4} Darcy, c'est-à-dire sensiblement analogue à celle des gisements de gaz naturel. Le grisou ne vient donc pas seulement de la veine exploitée, mais il vient en général en beaucoup plus grande quantité des veines et veinettes voisines de la couche en exploitation aussi bien au toit qu'au mur. Cette quantité peut atteindre 50 - 60 - 80 et parfois même dans des cas exceptionnels 90 % du dégagement global. Sous le nom de veinettes, il faut inclure toutes les passées de veines et les débris organiques qui sont inclus dans les stampes.

Lorsqu'on démarre une taille, le dégagement de grisou est relativement faible. Le grisou ne vient alors que de la veine en exploitation. A mesure que la taille progresse, le dégagement de grisou augmente et, pour des tailles de 150 à 200 m de longueur, il faut souvent attendre plusieurs mois avant que le dégagement de grisou n'ait atteint son régime. D'après MM. Wharton et Firth, la taille doit avoir progressé de 150 m au moins et c'est d'ailleurs aussi à ce moment que l'onde de hautes contraintes qui précède une taille atteint son régime.

Facteurs qui influencent le dégagement de grisou

Postes d'abattage

La teneur en grisou augmente d'une manière significative pendant les postes d'abattage. Le poste

In dit eerste hoofdstuk alleen al stelt men de grote verscheidenheid vast van de afzettingsomstandigheden die men in de natuur vindt. Dit toont ons dat het gevaarlijk is vroegtijdige besluiten te trekken en dat het absoluut noodzakelijk is gelijktijdig grondige opzoekingen te doen in alle bekkens om zich aan de verscheidenheid die de natuur ons voorbehoudt, aan te passen.

II. MIJNGASUITSTROMING

Wanneer een kolenfront wordt blootgelegd, ontsnapt het mijngas dat zich in de poriën bevindt, onmiddellijk. Het geadsorbeerde mijngas desorbeert progressief. Omdat de steenkool en de steriele banken van het Gebergte in het algemeen zeer weinig doordringbaar zijn voor het mijngas, blijft de uitstroming beperkt en gering. Toch vormt zich rond een galerij die in onontgonnen gesteente wordt gedreven, een zone van ontspannen en gespleten gesteenten, en hierdoor maakt het gas van deze zone zich vrij.

Daarentegen geeft de winning met lange pijlers aanleiding tot een intense splijting van de steenkool en van de nevengesteenten die de laag omringen. De spleten openen zich, de lagen van het dak en van de vloer splijten bovendien, hetgeen bevoorrechte gastrekvlakken vormt. Deze zone, ontspannen door de ontginning, wordt zeer doordringbaar voor het gas. De doordringbaarheid ervan bedraagt 10^{-2} tot 10^{-4} Darcy, dat wil zeggen opmerkelijk analoog met de doordringbaarheid van de afzettingen van natuurlijk gas. Het mijngas komt dus niet alleen van de ontgonnen laag maar in het algemeen komt het in veel grotere mate van de naburige lagen en riffels van de laag in ontginning, zowel van het dak als van de vloer. Deze hoeveelheid kan 50 - 60 - 80 en in uitzonderlijke gevallen soms zelfs 90 % van de globale uitstroming bereiken. Onder de naam riffels moet men alle kolenriffels en de organische gesteenten die in de steriele banken zijn vervat, verstaan.

Wanneer men een pijler begint, is de mijngasuitstroming betrekkelijk gering. Het mijngas komt dan slechts van de laag in ontginning. Naarmate de pijler vooruitgaat, verhoogt de mijngasuitstroming en voor pijlers van 150 tot 200 m lang moet men vaak verscheidene maanden wachten voordat de mijngas uitstroming zijn regime heeft bereikt. Volgens de Heren Wharton en Firth moet de pijler minstens 150 m zijn vooruitgegaan en pas op dat ogenblik bereikt de golf van hoge spanningen die een pijler voorafgaat, zijn regime.

Faktoren die de mijngasuitstroming beïnvloeden

Windiensten

Het mijngasgehalte verhoogt op een veelbetekenende manier tijdens de windiensten. De dienst

où le front de taille est arrêté montre déjà une diminution. Celle-ci est très nettement observable pendant les week-ends et le dégagement de grisou augmente très rapidement dès le lundi matin. L'évolution de la teneur en grisou dépend bien du rythme hebdomadaire de travail. La teneur augmente du lundi au vendredi (fig. 5).

Pendant les postes d'abattage, du grisou sort naturellement du charbon fraîchement abattu, mais aussi des veines satellites situées au toit et au mur. Car si la convergence en taille diminue fortement pendant les week-ends, elle s'active immédiatement dès la reprise de l'abattage. La convergence est le baromètre du mouvement des strates sus- et sous-jacentes. Elle montre que des décollements se produisent dans les satellites au toit et au mur. De grands volumes de ces satellites sont brusquement détendus et un apport important de grisou est dû à ces mouvements.

Mode d'abattage

Avec des méthanomètres précis et à réponse rapide, on arrive à mettre en évidence les courses montantes et descendantes d'un rabot, car quand le rabot part du pied de taille le convoyeur est vide, tandis qu'il est plein sur toute sa longueur quand il arrive en tête. Cette masse de charbon fraîchement abattu libère une quantité importante de grisou.

waarin het pijlerfront wordt stilgelegd, toont reeds een vermindering. Dit is zeer duidelijk merkbaar tijdens de week-ends en de mijngasuitstroming verhoogt zeer snel vanaf de maandagmorgen. De evolutie van het mijngasgehalte hangt wel af van het wekelijks werkritme. Het gehalte verhoogt van maandag tot vrijdag (fig. 5).

Gedurende de windiensten komt het mijngas natuurlijk van de vers gewonnen steenkool, maar ook van de satellietlagen die in het dak en in de vloer zijn gelegen. Want zo de convergentie in de pijler fel vermindert gedurende de weekends, zij verhoogt onmiddellijk vanaf de herneming van de winning. De convergentie is de barometer van de beweging van de onder- en bovenliggende lagen. Zij toont aan dat zich opensplijtingen voordoen in de satellietlagen van het dak en van de vloer. Grote massa's van deze satellietlagen ontspannen zich plotseling en een aanzienlijke toevoer van mijngas is aan deze bewegingen te wijten.

Winmethode

Met nauwkeurige en snel de stand aangevende metaanmeters maakt men de op- en neergaande reis van een schaaf duidelijk, want wanneer de schaaf aan de voet van de pijler vertrekt is de transporteur leeg, terwijl hij over geheel zijn lengte vol is wanneer hij aan de top toekomt. Deze vers gewonnen steenkoolmassa laat een aanzienlijke hoeveelheid mijngas vrij.

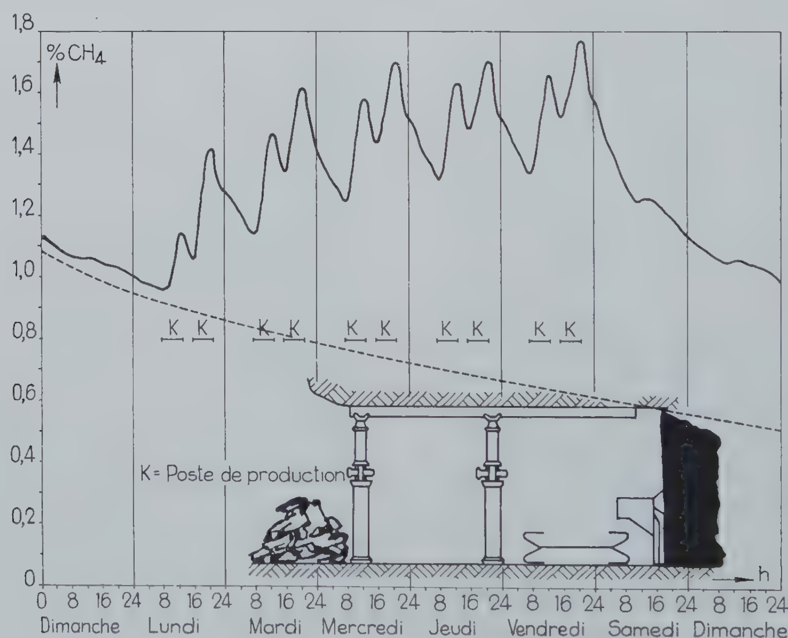


Fig. 5.

Evolution de la teneur en méthane d'un retour d'air de taille au cours de la semaine (Maas).

Evolutie van het metaangehalte van een pijlerluchtkeer in de loop van een week (Maas).

K = poste de production = produktiepost

Les courses d'une abatteuse-chargeuse à tambour sont encore plus marquées car la granulométrie du charbon abattu par un tel engin est beaucoup plus fine qu'avec le rabot, ce qui favorise la libération du gaz dans la taille même. La teneur en grisou monte non seulement par suite du charbon abattu et de sa granulométrie, mais aussi parce qu'un nouveau front qui se trouvait 60 à 80 cm dans le massif est brusquement mis à nu.

Il serait intéressant de voir si, dans une même couche havable et rabotable, on arriverait à un niveau de production supérieur avec un rabot, sans atteindre une valeur prohibitive pour la teneur de grisou en tête de taille.

Augmentation de la production

Si l'on augmente la production d'une taille, le dégagement total de grisou, *en valeur absolue*, augmente, mais le dégagement spécifique, *valeur relative*, diminue. Ce phénomène paraît plus marqué lorsque l'augmentation de la production est due à une vitesse d'avancement plus grande plutôt qu'à une augmentation de la longueur de la taille.

Vitesse d'avancement

Il existe ici une divergence de vues entre certains auteurs. Certains pensent qu'une augmentation de la vitesse peut donner lieu à une réduction de dégagement spécifique, mais que très rapidement on revient à la valeur de départ. D'autres, au contraire, ont constaté que, dans une taille qui avançait vite, le dégagement spécifique de grisou diminuait et que cette diminution se maintenait aussi longtemps que la vitesse restait grande. Ces constatations ont été faites principalement en Grande-Bretagne et en Campine, gisements qui ont de grandes affinités au point de vue constitution des roches du Houiller. Ce phénomène trouverait son explication dans le fait que les terrains tendres et plastiques du toit s'affaissent très vite après le passage de la taille et que, dans ces conditions, les fissures ou voies de migration du grisou des veines satellites se referment rapidement. Il n'y aurait donc dégagement du grisou des satellites que sur une longueur de 100 à 150 m derrière la taille. Si la taille avance vite les fissures seront vite refermées et le taux de dégazage des satellites diminuera.

Nous pensons que là où les roches sont plus solides et où les fissures restent ouvertes plus longtemps (comme dans certains bassins du Sud de la Belgique, le Nord de la France, la Lorraine et la Ruhr), le facteur vitesse d'avancement a une action favorable moindre que dans les premiers bassins cités.

De reizen van een laad- en winmachine met trommel zijn nog meer in het oog lopend want de korreldikte van de steenkool die met een dergelijke machine wordt gewonnen, is veel fijner dan met de schaaf, hetgeen het vrijkomen van het gas in de pijler zelf bevordert. Het mijngasgehalte stijgt niet alleen als gevolg van de gewonnen steenkool en van zijn korreldikte, maar ook omdat een nieuw front, dat zich 60 tot 80 cm in het massief bevond, plotseling wordt blootgelegd.

Het zou interessant zijn te zien of men in een zelfde snijbare en schaafbare laag tot een hoger produktiepeil zou komen met een schaaf zonder een prohibitieve waarde voor het mijngasgehalte in de pijlerkop te bereiken.

Verhoging van de produktie

Indien men de produktie van een pijler verhoogt, verhoogt de totale mijngasuitstroming *in absolute waarde*, maar de bijzondere uitstroming vermindert *in relatieve waarde*. Dit verschijnsel leek opvallender wanneer de verhoging van de produktie eerder te wijten is aan een grotere vooruitgangssnelheid dan aan een verhoging van de lengte van de pijler.

Vooruitgangssnelheid

Hier bestaat er een meningsverschil tussen sommige auteurs. Sommigen denken dat een verhoging van de snelheid kan aanleiding zijn tot een beperking van de bijzondere uitstroming, maar dat men zeer snel tot de vertrekwaarde terugkomt. Anderen hebben daarentegen vastgesteld dat de bijzondere uitstroming van mijngas verminderde in een pijler die snel vooruitging en dat deze vermindering aanhield zolang de snelheid groot bleef. Deze vaststellingen zijn hoofdzakelijk in Groot-Brittannië en in de Kempen gedaan, afzettingen die grote overeenkomsten hebben uit het oogpunt van samenstelling van de gesteenten van het kolengebergte. Dit verschijnsel zou zijn verklaring vinden in het feit dat de zachte en plastische gesteenten van het dak zeer vlug verzakten na de doorgang van de pijler en dat in die omstandigheden de spleten of trekwegen van het mijngas van de satellietlagen zich snel sluiten. Er zou dus slechts over een lengte van 100 tot 150 m achter de pijler uitstroming van het mijngas van de satellietlagen zijn. Indien de pijler vlug vooruitgaat, zullen de spleten vlug gesloten zijn en het ontgassingspeil van de satellietlagen zal verminderen.

Wij denken dat daar waar de gesteenten vaster zijn en waar de spleten langer open blijven (zoals in sommige bekkens van het Zuiden van België, het Noorden van Frankrijk, Lotharingen en de Rhur), de faktor vooruitgangssnelheid een minder gunstige werking heeft dan in de eerstgenoemde bekkens.

Ces premières constatations méritent une étude plus approfondie et plus étendue pour confirmer ou infirmer ces vues.

La figure 6, extraite de l'étude de M. Vandeloise, met bien ce phénomène en évidence. Dans le chantier n° 22, par exemple, on remarque que la production mensuelle est passée de 6.000 t à 18.000 t, tandis que le dégagement spécifique est passé de 100 m³ à 35 m³ à la tonne. La production a triplé, le dégagement spécifique a été divisé par trois, ce qui fait que le dégagement global est resté pratiquement constant.

La longueur de la taille doit aussi avoir une influence.

Dans les tailles très courtes (de l'ordre de 100 m par exemple), la détente peut ne pas se propager régulièrement jusqu'en surface. Des bancs peuvent former « ponts » au-dessus du vide exploité et un surcroît de dégagement pourrait avoir lieu lors de l'exploitation du panneau voisin. On aurait affaire ici à un phénomène analogue à celui observé dans les dégâts miniers où on distingue des aires partielles ou insuffisantes et des aires complètes.

Un accroissement brusque de la longueur d'une taille peut aussi conduire à une réduction du

Deze eerste vastellingen verdienen een grondiger en uitgebreider studie om die zienswijzen te bevestigen of te ontkennen.

Figuur 6, genomen uit de studie van de Heer Vandeloise, doet dit verschijnsel goed uitkomen. In de werkplaats nr. 22 bijvoorbeeld bemerkt men dat de maandelijkse produktie van 6000 t naar 18.000 t is gegaan, terwijl de bijzondere uitstroming van 100 m³ naar 35 m³ per ton is gegaan. De produktie is verdrievoudigd, de bijzondere uitstroming is door drie gedeeld, hetgeen maakt dat de globale uitstroming praktisch konstant is gebleven.

De lengte van de pijler moet ook een invloed hebben.

In de zeer korte pijlers (van 100 m bijvoorbeeld) kan de ontspanning zich niet regelmatig voortplanten tot aan de bovengrond. Lagen kunnen « bruggen » vormen boven de ontgonnen lege ruimte en tijdens de ontginning van het naburig paneel zou een uitstromingsaanwas kunnen plaatsvinden. Men zou hier te maken hebben met een verschijnsel dat overeenkomt met wat men waargenomen heeft bij de mijnschade waar men een onderscheid maakt tussen infrakritieke ontginningsoppervlakte en kritieke ontginningsoppervlakte.

Een plotse verlenging van een pijler kan ook tot een beperking van de bijzondere uitstroming

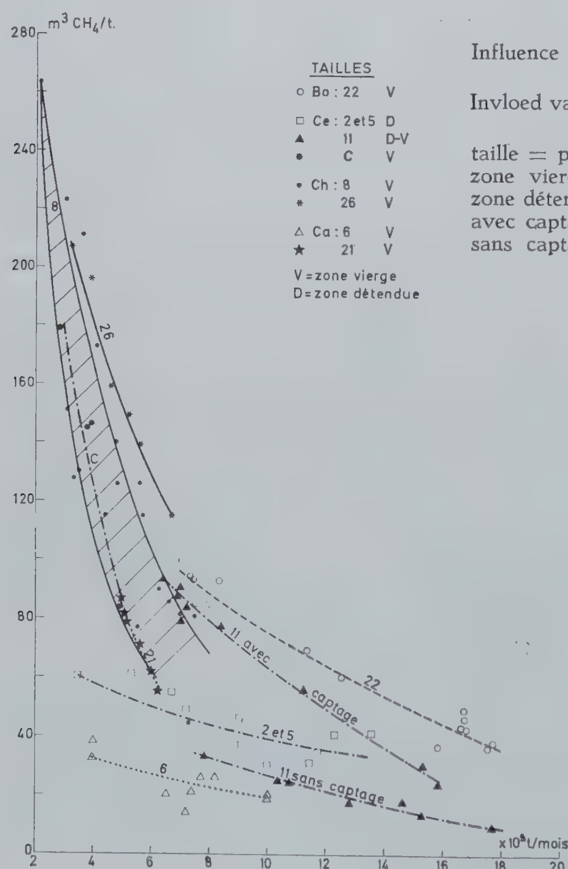


Fig. 6.

Influence de la production sur le dégagement spécifique (Vandeloise).

Invloed van de produktie op de bijzondere mijngasuitstroming (Vandeloise).

taille = pijler
zone vierge = onontgonnen zone
zone détendue = ontspannen zone
avec captage = met afzuiging
sans captage = zonder afzuiging



Fig. 7.

Allongement d'une taille en bordure d'un massif inexploité.

Verlenging van een pijler in de rand van een onontgonnen massief.

massif de charbon = kolenmassief

dégagement spécifique surtout si le morceau de taille ajouté se trouve en bordure d'un massif de charbon en place. Ce morceau de front se comporte alors comme une taille en démarrage et il faut un certain temps avant que la détente ne se propage suffisamment loin dans les strates sus- et sous-jacentes (fig. 7).

Le mode de contrôle de l'arrière-taille (foudroyage ou remblayage).

Certains auteurs pensent que, du moment où il y a affaissement, il y a détente totale et que par conséquent le taux de dégazage des satellites est le même au-dessus d'une taille remblayée que foudroyée. Quant à nous, nous ne le pensons pas. La perturbation d'un massif est beaucoup plus intense au-dessus d'une taille foudroyée qu'au-dessus d'une taille remblayée. Le réseau de fractures est beaucoup plus dense, ce qui permet un dégazage plus grand des veines satellites.

Il y a d'ailleurs lieu de rappeler que l'exploitation d'une couche par remblayage ou par foudroyage ne dégaze pas intégralement les couches sus-jacentes. Le passage d'une autre exploitation dans le même panneau donne lieu à un nouveau dégazage des couches qui ont été détendues par une première exploitation. Une couche est donc loin d'être dégazée à 100 % par l'influence d'une autre.

Pour montrer que le remblayage pneumatique fracture moins le massif que le foudroyage, nous citerons, à titre d'exemple, le charbonnage de Beringen en Campine. Dans ce siège, 60 % de la production viennent de tailles remblayées pneumatiquement. Ce remblayage supprime ou réduit considérablement les infiltrations d'eau en provenance des morts-terrains, ce qui prouve que les terrains du Houiller sont moins fracturés, que les fissures sont moins largement ouvertes et plus vite refermées. Au point de vue du grisou, c'est le seul siège qui n'a encore jamais dû pratiquer le captage alors qu'il exploite le même faisceau de couches que les sièges voisins.

Ouverture de la veine exploitée

Comme pour le paramètre précédent, l'exploitation d'une couche très mince perturbera beaucoup moins le massif que l'exploitation d'une couche épaisse et, en conséquence, le taux de dégazage des satellites situés à 50 ou 60 m au-dessus de la couche en exploitation sera moindre.

M. Noack dit aussi que, pour une puissance croissante de la couche exploitée, le débit de gaz des sondages augmente, donc la détente des terrains s'intensifie.

Pression barométrique

Dans certaines mines, les dépressions barométriques peuvent avoir une influence considérable

leiden, vooral indien het toegevoegd pijlerstuk zich in de rand van een kolenmassief in situ bevindt. Dit frontstuk gedraat zich dan als een pas begonnen pijler en er is een zekere tijd nodig voordat de ontspanning zich ver genoeg in de onder- en bovenliggende lagen voortplant (fig. 7).

De kontrolemethode van de oude man (breukveld of vulling)

Sommige auteurs denken dat vanaf het ogenblik dat er verzakking optreedt, er een totale verzakking is en dat bijgevolg het ontgassingspeil van de satellietlagen hetzelfde is boven een vulpijler als boven een breukpijler. Wij denken het niet. De storing van een massief is veel intenser boven een breukpijler dan boven een vulpijler. Het net van breuken is veel dichter, hetgeen een grotere ontgassing van de satellietlagen mogelijk maakt.

Men dient verder eraan te herinneren dat de breukontginning of de vulontginning van een laag de bovenliggende lagen niet helemaal ontgast. De doorgang van een andere ontginning in hetzelfde paneel geeft aanleiding tot een nieuwe ontgassing van de lagen die door een eerste ontginning zijn ontspannen. Een laag is dus verre van 100 % ontgast door de invloed van een andere.

Om aan te tonen dat de pneumatische vulling het massief minder breekt dan de breukwinning, vermelden wij als voorbeeld de kolenmijn van Beringen in de Kempen. In die zetel komt 60 % van de produktie van pneumatisch gevulde pijlers. Die vulling doet de infiltratie van water dat van de deklagen voortkomt, ophouden of vermindert ze aanzienlijk, hetgeen bewijst dat de gesteenten van het carboon minder gebroken zijn, dat de spleten minder breed open zijn en vlugger opnieuw gesloten. Vanuit het gezichtspunt van het mijngas is dit de enige zetel die nog nooit het afzuigen heeft moeten toepassen terwijl hij dezelfde lagenbundel als de naburige zetels ontgint.

Opening van de ontgonnen laag

Zoals voor de vorige parameter zal de ontginning van een zeer dunne laag het massief veel minder verstoren dan de ontginning van een dikke laag, en bijgevolg zal het ontgassingspeil van de satellietlagen, die op 50 of 60 m boven de laag in ontginning gelegen zijn, lager zijn.

De Heer Noack zegt ook dat voor een groeiende dikte van de ontgonnen laag het gasdebiet van de boringen verhoogt, dus dat de ontspanning van de gesteenten intensiever wordt.

Barometrische druk

In sommige mijnen kan de barometrische onderdruk een aanzienlijke invloed hebben op de

sur les vieux travaux et causer des augmentations de la teneur en méthane dans les retours d'air généraux. Il y a donc intérêt à faire exécuter systématiquement des barrages étanches à l'orifice de toutes les anciennes galeries et d'y pratiquer le captage.

Si pour augmenter le débit d'air d'un quartier il faut augmenter fortement la dépression, on peut obtenir sur l'arrière-taille d'un quartier un effet analogue à celui d'une variation de la pression barométrique et voir affluer un débit de grisou plus grand, ce qui peut réduire ou même annuler l'effet bénéfique d'une augmentation du débit d'air.

Stratigraphie

La succession des strates jusqu'à 100 à 120 m au-dessus de la couche exploitée et 80 à 100 m au mur est en général insuffisamment bien connue. C'est un point sur lequel il convient d'insister car l'épaisseur de charbon non exploité au toit et au mur peut influencer considérablement le bilan grisou d'un chantier (MM. Kneuper et Brandl l'ont bien mis en évidence dans leur texte).

Pour faire une prévision valable, il y aurait lieu de disposer des données précises de sondages carottés effectués à proximité immédiate des panneaux à exploiter. Le carottage pourrait être com-

oude werkplaatsen en verhogingen van het metaangehalte veroorzaken in de algemene luchtkeren. Het is dus belangrijk systematisch dichte dammen op te richten bij de uitmonding van alle oude galerijen en er het afzuigen toe te passen.

Indien men voor het verhogen van het luchtdebiet van een afdeling de onderdruk fel moet verhogen, kan men op de oude man van een afdeling een effekt verkrijgen dat analoog is met dat van een variatie van de barometrische druk en een groter mijngasdebiet zien toestromen, hetgeen het gunstig effekt van een verhoging van het luchtdebiet kan beperken of zelfs uitschakelen.

Stratigrafie

De opvolging van de lagen tot 100 à 120 m boven de ontgonnen laag en 80 à 100 m in de vloer is over het algemeen onvoldoende goed gekend. Dit is een punt waarop men de nadruk dient te leggen want de dikte van niet-ontgonnen steenkool in het dak en in de vloer kan de mijngasbalans van een werkplaats aanzienlijk beïnvloeden (de Heren Kneuper en Brandl hebben dit in hun tekst goed doen uitkomen).

Om een deugdelijk vooruitzicht te kunnen maken, zou men over nauwkeurige gegevens dienen te beschikken van gekernde boringen, die in de onmiddellijke nabijheid van de te ontginnen

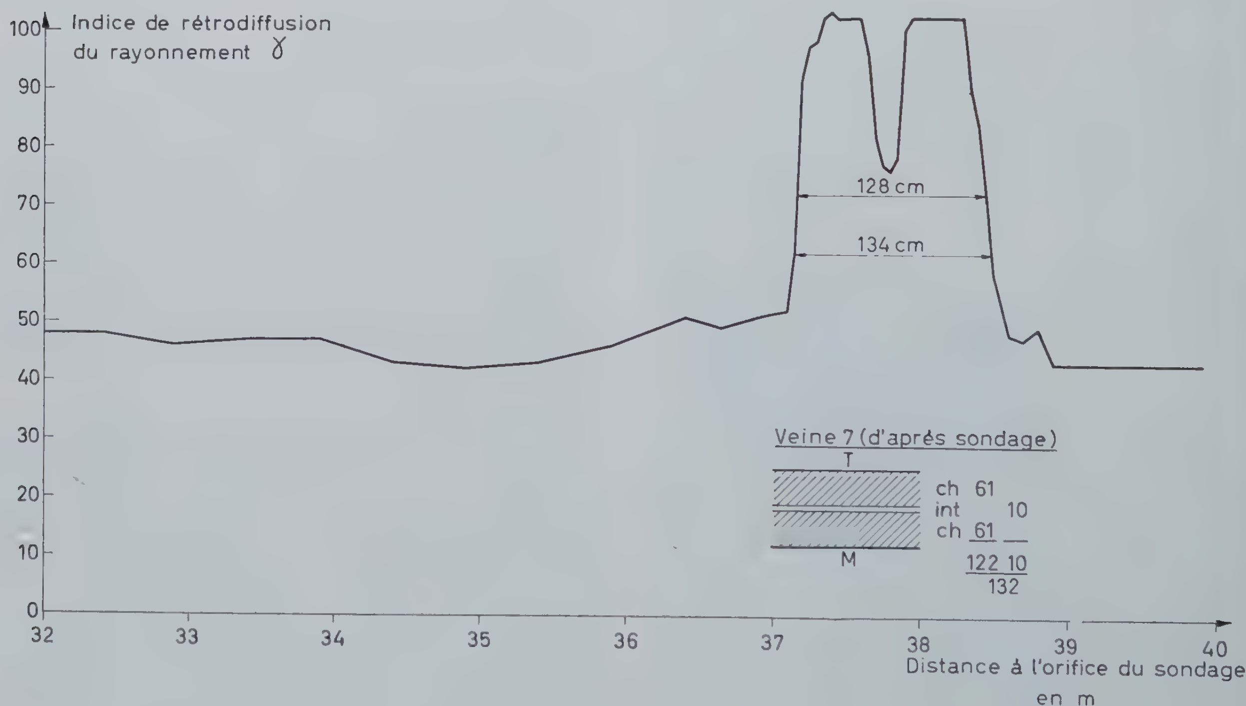


Fig. 8.

Exemple de détection d'une veine à l'aide d'une sonde à rétrodiffusion de rayons gamma.
Voorbeeld van opsporing van een laag met behulp van een sonde met retrodiffusie van gammastralen.

indice de rétrodiffusion du rayonnement gamma = retrodiffusieïndex van de gammastraling.
distance de l'orifice du sondage en m = afstand van de opening van de boring in m

plété efficacement par l'emploi d'une sonde à rétrodiffusion de rayons gamma qui permet de détecter avec précision des veines de 10 cm d'épaisseur. L'imprécision ne serait plus due qu'à la présence de matières organiques incluses dans les stériles (fig. 8).

Dans l'étude des strates sus- et sous-jacentes, il faut aussi tenir compte de la présence de bancs de grès ou de quartzites imperméables au gaz. Les bancs raides et épais au toit peuvent donner lieu, lors de leur rupture périodique, à des dégagements intenses de grisou du fait du très grand volume de charbon qui peut être détendu en un temps court.

La présence de ces mêmes bancs au mur peut aussi être la cause de dégagements brusques de grisou, souvent encore plus brusques qu'au toit parce que les bancs se fissurent moins facilement au mur. La teneur autorisée dans le retour d'air peut être dépassée et il se peut même que l'on atteigne des teneurs explosives pendant plusieurs heures dans le chantier. La conférence de MM. Swift et Morris est entièrement consacrée à ce thème et les auteurs suggèrent des moyens efficaces pour combattre ces phénomènes. Des cas tout à fait analogues ont été signalés ces dernières années dans le bassin de Campine et aux Pays-Bas (fig. 9).

panelen worden uitgevoerd. Het nemen van kernmonsters zou doeltreffend kunnen aangevuld worden door het gebruik van een sonde met retrodiffusie van gammastralen, die het nauwkeurig opsporen van de lagen met een dikte van 10 cm mogelijk maakt .De onnauwkeurigheid zou nog slechts te wijten zijn aan het voorkomen van organische stoffen, die in de steriele zones zijn ingesloten (fig. 8).

Bij de studie van de boven- en onderliggende lagen moet men ook rekening houden met het voorkomen van zandsteen- of kwartsietlagen, die ondoordringbaar zijn voor het gas. De stijve en dikke lagen in het dak kunnen bij hun periodische breuk aanleiding zijn tot intense mijngasuitstromingen wegens het zeer grote volume steenkool dat in korte tijd kan worden ontspannen.

Het voorkomen van diezelfde lagen in de vloer kan ook de oorzaak zijn van bruuske mijngasuitstromingen, dikwijls nog bruusker dan in het dak, omdat de lagen minder gemakkelijk gespleten worden in de vloer. Het toelaatbare gehalte in de luchtkeer kan overschreden worden en het kan zelfs gebeuren dat men gedurende verscheidene uren explosieve gehalten bereikt in de werkplaats. De conferentie van de Heren Swift en Morris is geheel aan dit tema gewijd en de auteurs stellen doeltreffende middelen voor om die verschijnselen te bestrijden. Geheel analoge gevallen zijn gedurende de laatste jaren gemeld in het Kempens bekken en in Nederland (fig. 9).

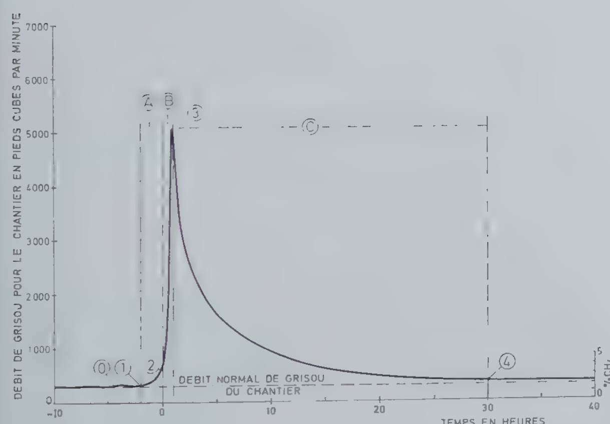


Fig. 9.

Dégagement soudain de gaz par suite d'un coup de mur (Swift et Morris).

Plotse gasuitstroming als gevolg van een hevige zwelling (Swift en Morris).

débit de grisou pour le chantier en pieds cubes par minute = mijngasdebiet voor de werkplaats in vierkante voet per minuut

débit normal de grisou du chantier = normaal mijngasdebiet van de werkplaats

temps en heures = tijd in uren

Nous pensons qu'il s'agit là d'un phénomène qui n'a pas encore été souvent décrit, à part en Grande-Bretagne, et qui mérite de retenir la plus sérieuse attention des exploitants.

Autres accroissements irréguliers de teneur

Le dégagement de grisou d'un chantier est en général un phénomène plus ou moins régulier et prévisible, mais il y a parfois dans l'air des chantiers des accroissements de teneur accidentels et temporaires plus ou moins importants. M. Vande-

Wij denken dat het hier gaat om een verschijnsel dat nog niet vaak is beschreven, gedeeltelijk in Groot-Brittannië, en dat de grootste aandacht van de uitbaters verdient.

Andere onregelmatige gehalteverhogingen

De mijngasuitstroming van een werkplaats is over het algemeen een min of meer regelmatig en vooraf bepaalbaar verschijnsel, maar soms zijn er min of meer aanzienlijke, toevallige en tijdelijke gehalteverhogingen in de lucht van de werk-

loise a bien mis en évidence ces phénomènes. Ils sont dus à des incidents de quatre types :

— incidents de ventilation;
— incidents de captage;
— incidents d'exploitation;
— incidents dus à la présence de vieux travaux.

Lorsque l'aérage des chantiers est assuré par des ventilateurs aspirants, lors d'un arrêt de ces ventilateurs, le grisou s'accumule dans l'arrière-taille. Au moment de la remise en marche, il se forme des bouchons de grisou à teneur maximale parfois élevée, notamment si l'arrêt a été de longue durée. Les bouchons de grisou peuvent ne se dissiper que lentement et des précautions sont à prendre pendant leur dilution le long des voies de retour d'air (fig. 10).

plaatsen. De Heer Vandeloise heeft deze verschijnselen goed in het licht gesteld. Zij zijn te wijten aan vier types storingen :

— luchtverversingsstoringen;
— afzuigingsstoringen;
— ontginningsstoringen;
— storingen die aan het voorkomen van oude werkplaatsen te wijten zijn.

Wanneer de luchtverversing van de werkplaatsen wordt verzorgd door zuigende ventilatoren, hoopt het mijngas zich op in de oude man tijdens een stilstand van die ventilatoren. Op het ogenblik van het opnieuw in gang zetten vormen zich mijngasbellen met soms maximaal hoog gehalte, vooral als de stilstand van lange duur is geweest. De mijngasbellen kunnen slechts langzaam uit de weg geruimd worden en men dient voorzorgen te nemen gedurende hun verdunning langs de luchtkeerwegen (fig. 10).

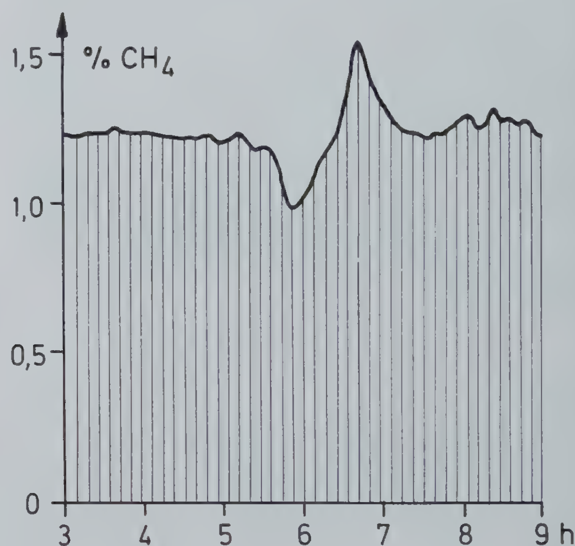


Fig. 10.

Arrêt d'un ventilateur auxiliaire du fond, puis du ventilateur principal de surface (Vandeloise).

Stilstand van een hulpventilator van de ondergrond, vervolgens van de hoofdventilator van de bovengrond (Vandeloise).

Un arrêt de captage, surtout si le pourcentage de grisou capté est important par rapport au grisou total, entraîne rapidement une augmentation de la teneur et peut créer une situation difficile et parfois dangereuse.

Lors d'un déclenchement général, si les ventilateurs et les extracteurs de captage sont arrêtés en même temps, l'ordre de remise en marche des appareils n'est pas indifférent. Il est vivement conseillé de remettre d'abord le captage en marche et puis seulement le ventilateur. Le captage assure une succion du grisou dans les fissures et dans les vieux travaux, ce qui réduira d'autant la pointe redoutée lors de la remise en marche du ventilateur. M. Vandeloise signale de nombreuses autres anomalies, qui peuvent arriver dans toutes les mines, même les mieux tenues. Cependant, l'emploi plus généralisé de télégrisoumètres

Een afzuigingsstilstand brengt vlug een verhoging van het gehalte mee en kan een moeilijke en soms gevaarlijke toestand scheppen, vooral indien het procent afgezogen mijngas aanzienlijk is in verhouding tot het totale mijngas.

Bij een algemene uitschakeling, wanneer de ventilatoren en de afzuigers terzelfder tijd worden stilgelegd, is de volgorde van het opnieuw in gang zetten van de toestellen niet om het even. Het is ten stelligste aangewezen eerst de afzuiging opnieuw in werking te zetten en pas daarna de ventilator. De afzuiging zorgt voor een uitzuiging van het mijngas uit de spleten en uit de oude werkplaatsen, hetgeen het geduchte toppunt naar evenredigheid zal beperken bij het opnieuw in gang zetten van de ventilator. De Heer Vandeloise vermeldt taltijke andere anomalieën, die in alle mijnen kunnen voorkomen, zelfs in de best

indicateurs et déclencheurs sera susceptible de faciliter leur détection immédiate et d'y porter remède.

Dégagement de grisou dans les silos à charbon

En vue d'assurer une marche continue des chantiers d'exploitation et de les mettre autant que possible à l'abri des à-coups des transports principaux et des installations de surface, les mines utilisent de plus en plus dans les travaux du fond :

— des silos mobiles;
— des silos de quartier;
— des silos aux puits avant le remplissage des skips.

Le charbon venant des tailles contient encore une proportion plus ou moins importante de gaz résiduel, variable suivant la concentration en grisou du charbon au moment de l'abattage, de l'éloignement du chantier, de la granulométrie des charbons emmagasinés et de leurs constituants pétrographiques. Pour éviter toutes accumulations dangereuses dans les silos, il importe de prévoir un aérage convenable de ces ouvrages lors de la construction. MM. Paul et Tschersich préconisent d'encastrer dans les parois le descenseur hélicoïdal alimentant le silo. De cette façon, l'air frais descend avec le charbon jusqu'au niveau de la charge et remonte par le centre, ce qui assure une dilution naturelle du grisou qui se dégage.

III. PREVISION DU DEGAGEMENT GRISOUTEUX

Différents schémas de calcul ont été proposés par plusieurs auteurs, tels par exemple :

Schulz, Winter et Patteisky - en Allemagne.
Stuffken - aux Pays-Bas.
Le Cerchar - en France.
Lidine - en U.R.S.S.

Les principes de ces différentes méthodes ont été évoqués au cours des exposés détaillés (fig. 11).

Pour prévoir les dégagements spécifiques auxquels on doit s'attendre dans une taille en exploitation, il faut déterminer :

1) Les contours de la zone de détente créée par la taille en exploitation.
2) La concentration en gaz du gisement avant l'exploitation.
3) Le taux de dégazage en chaque point de la zone influencée.

onderhouden mijnen. Toch zal het algemener gebruik van telemijngasmeetindicatoren en -uitschakelaars de onmiddellijke opsporing ervan kunnen vergemakkelijken en eraan kunnen verhelpen.

Mijngasuitstroming in de kolenbunkers

Om te zorgen voor een doorlopende werking van de ontginningswerkplaatsen en om ze zoveel mogelijk te beveiligen tegen de voornaamste stoten van het vervoer en van de bovengrondinstallaties, gebruiken de mijnen bij de werkzaamheden van de ondergrond meer en meer :

— mobiele bunkers;
— afdelingsbunkers;
— bunkers aan de schachten vóór het vullen van de skip.

De steenkool die van de pijlers komt, bevat nog een min of meer belangrijke proportie achterblijvend gas, veranderlijk volgens de mijngasconcentratie van de steenkool op het ogenblik van het winnen, van de verwijdering uit de werkplaats, van de korreldikte van de opgeslagen steenkolen en van hun petrografische bestanddelen. Om elke gevaarlijke ophoping in de bunkers te vermijden, is het van belang een gepaste luchtverversing van deze werken te voorzien bij de bouw. De Heren Paul en Tschersich prijzen aan de schroefvormige remgoot, die de bunker voedt, in de wanden vast te zetten. Op die wijze daalt de frisse lucht met de steenkool tot op het niveau van de lading en stijgt via het centrum, hetgeen voor een natuurlijke verdunning zorgt van het mijngas dat vrijkomt.

III. VOORAF BEPALEN VAN DE MIJNGASUITSTROMING

Verschillende berekeningsschema's zijn door verscheidene auteurs voorgesteld, zoals bijvoorbeeld :

Schulz, Winter en Patteısky - in Duitsland.
Stuffken - in Nederland.
Het Cerchar - in Frankrijk.
Lidine - in de U.S.S.R.

De beginselen van deze verschillende methodes zijn in de loop van de uitgebreide uiteenzettingen ter sprake gebracht (fig. 11).

Om de bijzondere uitstromingen, waaraan men zich in een pijler in ontginning moet verwachten, vooraf te bepalen, moet men bepalen :

1) De ombraak van de ontspanningszone, geschapen door de pijler in ontginning.
2) De gasconcentratie van de afzetting vóór de ontginning.
3) Het ontgassingspeil in elk punt van de beïnvloede zone.

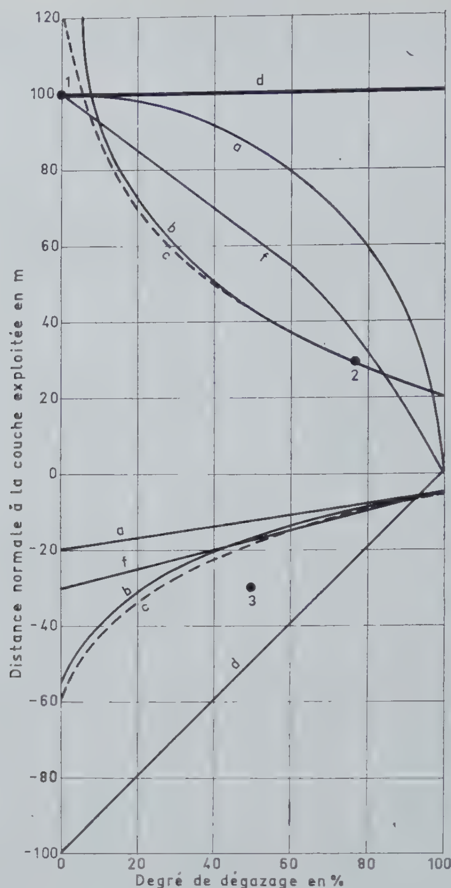


Fig. 11.

Schémas de calculs prévisionnels proposés par différents auteurs.

Voorlopige berekeningsschema's, voorgesteld door verschillende auteurs.

distance normale à la couche exploitée en m = normale afstand tot de ontgonnen laag in m
degré de dégazage en % = ontgassingsgraad in %

Les contours de la zone détendue par une taille, sa grandeur et sa forme, sont encore mal connus, mais la communication de M. Noack nous apporte une contribution très intéressante et très fructueuse à ce sujet. Grâce à une auscultation sur une grande échelle d'un certain nombre de massifs, par des sondages effectués à partir de l'ossature de la mine vers les stampes qui sont situées au-dessus et en dessous des couches qui vont être exploitées, M. Noack a pu déterminer d'une façon assez précise le début de l'influence de l'exploitation en différents points. Les sondages sont forés au-dessus, en dessous, au centre et en bordure du panneau à exploiter et sont chacun sélectifs d'une couche satellite (fig. 12). Ils sont donc tubés jusqu'au voisinage de la couche en question et équipés d'un dispositif de mesure du débit de grisou. En étudiant l'allure du dégagement de gaz, l'auteur a pu déduire pour chaque sondage les distances horizontales entre le point de mesure et le front de taille, au début, au moment du maximum et à la fin du dégagement de gaz provoqué par l'exploitation (fig. 13).

De ces mesures il apparaît que, dans la couche en exploitation, c'est réellement la détente qui permet le dégagement de gaz. Il en est de même dans les couches au toit et au mur. La part de

De ombraak van de door een pijler ontspannen zone, haar grootte en haar vorm, zijn nog slecht gekend, maar de uiteenzetting van de Heer Noack levert ons een zeer vruchtbare en zeer interessante bijdrage ter zake. Dank zij een auscultatie op grote schaal van een bepaald aantal massieven door boringen, die uitgaande van het skelet van een mijn worden uitgevoerd naar de steriele zones, die boven en onder de lagen die gaan ontgonnen worden, zijn gelegen, heeft de Heer Noack op een vrij nauwkeurige manier het begin van de invloed van de ontginning in de verschillende punten kunnen bepalen. De boringen worden boven, onder, in het centrum en in de rand van het te ontginnen paneel uitgevoerd en zijn elk selectief voor een satellietlaag (fig. 12). Ze worden dus van buizen voorzien tot in de nabijheid van de laag in kwestie en met een meettoestel voor het mijngasdebiet uitgerust. Bij het bestuderen van het gedrag van de gasontwikkeling heeft de auteur voor elke boring de horizontale afstanden tussen het meetpunt en het pijlerfront in het begin, op het ogenblik van het maximum en op het einde van de gasontwikkeling, veroorzaakt door de ontginning, kunnen afleiden (fig. 13).

Uit deze metingen blijkt dat het werkelijk de ontspanning is die de gasuitstroming mogelijk maakt in de laag in ontginning. Hetzelfde gebeurt er in de lagen in het dak en in de vloer. Het

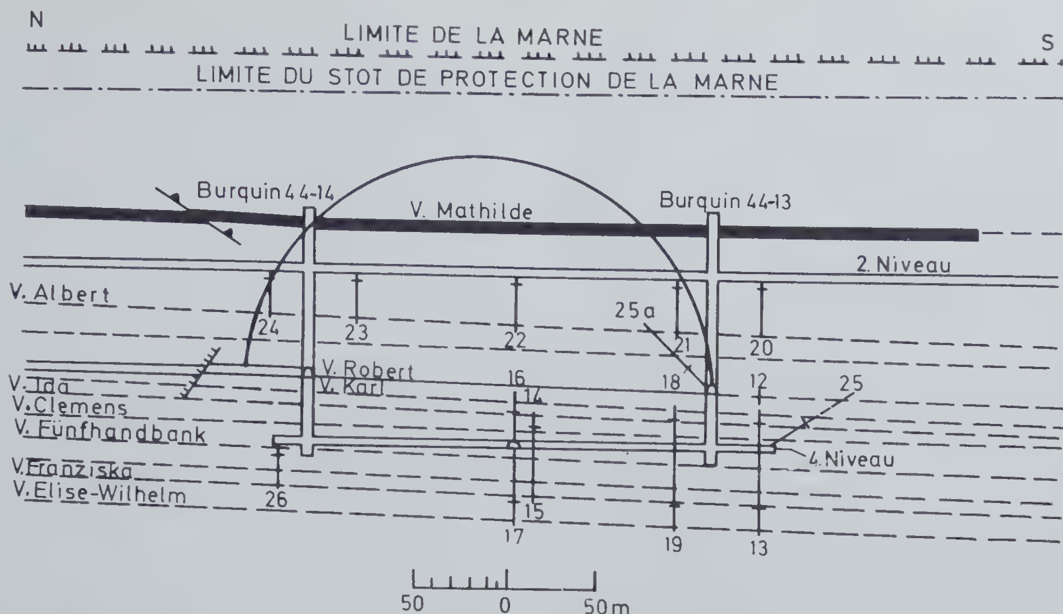


Fig. 12.

Auscultation du massif par sondages forés à partir du réseau de galeries existant (Noack).
Onderzoek van het massief door boringen die uitgaande van het bestaande galerijnet worden geboord (Noack).

limite de la marne = grens van de mergel
limite du stot de protection de la marne = grens van de beveiligingspijler van de mergel
burquin = opbraak
niveau = peil

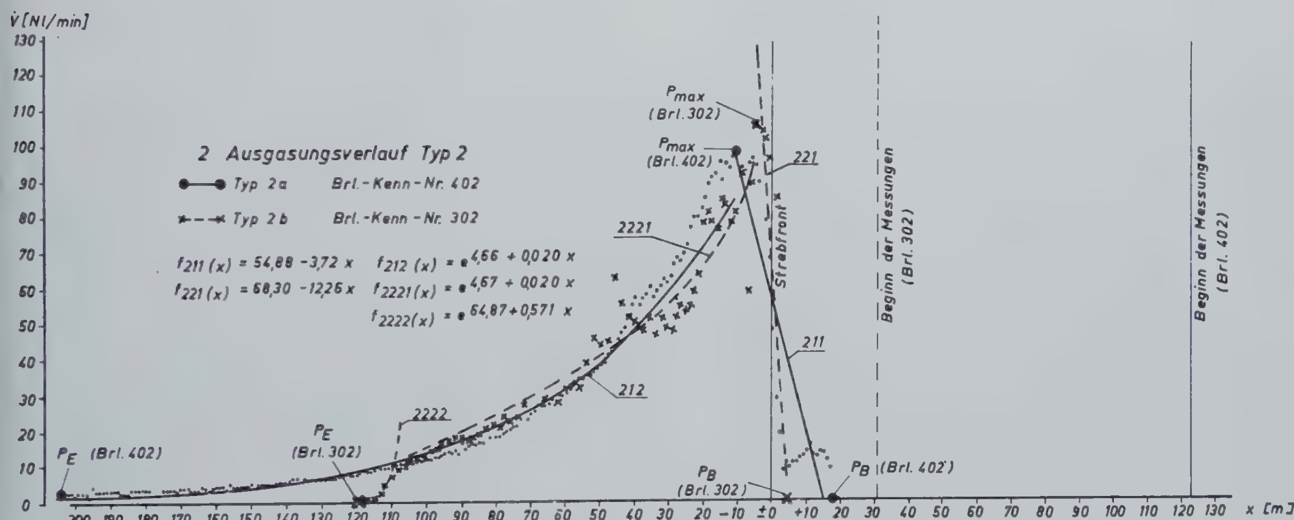


Fig. 13.

Effet du passage d'une taille sur le débit de gaz d'un sondage (Noack).
Weerslag van de doortocht van een pijler op het gasdebiet van een boring (Noack).

2. Ausgasungsverlauf... = 2e évolution du dégagement de gaz type 2 = 2e evolutie van de gasuitstroming type 2
Strebfront = front de taille = pijlerfront
Beginn der Messungen = début des mesures = begin van de metingen

grisou venant des couches du mur peut être très importante dans la partie médiane des tailles et dans les zones marginales internes (fig. 14).

Dans les zones marginales externes, les couches du toit peuvent être influencées en dehors des

gedeelte mijngas dat van de lagen van de vloer komt, kan in het middelste deel van de pijlers en in de interne marginale zones zeer aanzienlijk zijn (fig. 14).

In de externe marginale zones kunnen de lagen van het dak beïnvloed worden buiten de grenzen

limites de la taille, tandis qu'au mur la pression de bordure semble contrarier le dégagement de gaz (fig. 15). Il en est de même pour les massifs de charbon de la couche exploitée voisine des voies. Avant le passage de la taille, on observe dans le traçage un dégagement analogue à celui d'un massif vierge et après, la pression de bordure supplémentaire contrarie le dégagement de grisou de cette zone.

van de pijler, terwijl de randdruk de gasontwikkeling in de vloer schijnt tegen te werken (fig. 15). Hetzelfde gebeurt er voor de kolenmassieven van de naburige ontgonnen laag van de galerijen. Voor de doorgang van de pijler bemerkt men in de galerij een uitstroming die analoog is met die van een onontgonnen massief en daarna werkt de bijkomende randdruk de mijngasuitstroming van deze zone tegen.

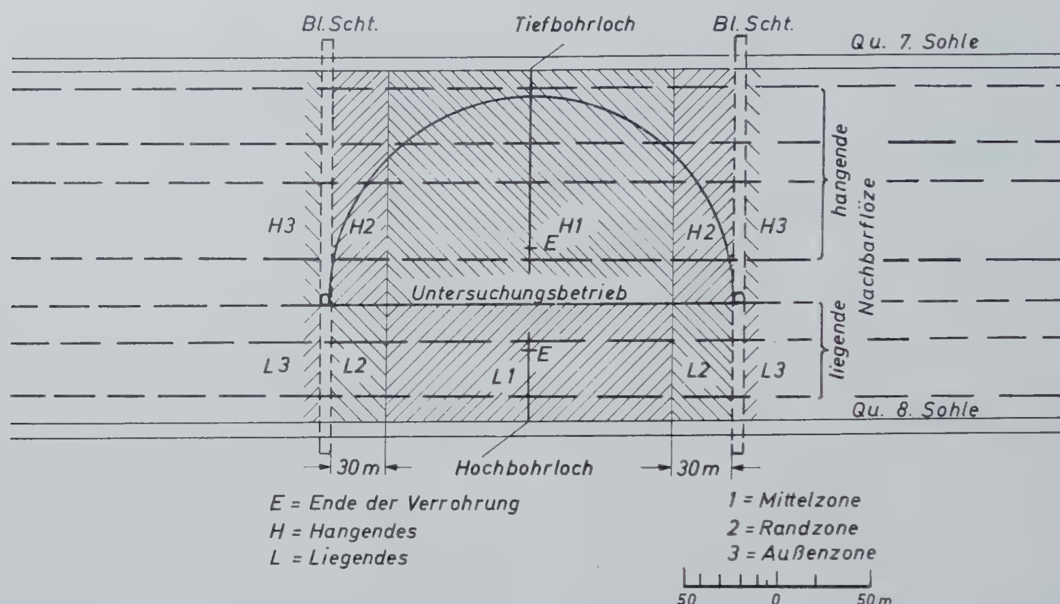


Fig. 14.

Répartition des zones le long d'une coupe transversale d'un massif affecté par le passage d'une taille (Noack).

Verdeling van de zones langs een dwarsprofiel van een massief, getroffen door de doortocht van een pijler (Noack).

Bl. Scht. = burquin = opbraak
Tiefbohrloch = sondage descendant = dalende boring
Qu. 7. Sohle = travers-bancs du 7e étage = dwarssteengang van de 7de verdieping
Untersuchungsbetrieb = chantier étudié = bestudeerde werkplaats
Hochbohrloch = sondage montant = stijgende boring
Nachbarflöze = couches voisines = naburige lagen
E = extrémité du tubage = uiteinde van de verbuizing
H = toit = dak
L = mur = vloer
1 = zone médiane = middelste zone
2 = zone marginale = randzone
3 = zone externe = buitenzone

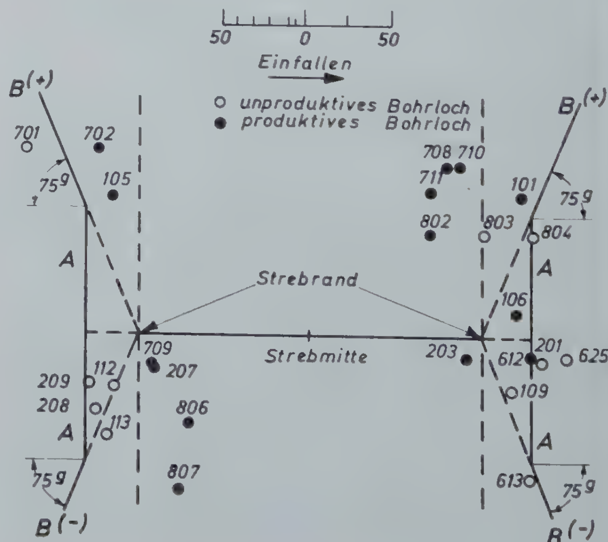


Fig. 15.

Limites latérales de la zone d'influence d'une taille (Noack).

Laterale grenzen van de invloedszone van een pijler (Noack).

Einfallen = pente = helling
o : sondage improductif = onproduktieve boring
• : sondage productif = produktieve boring
Strebrand = bord de la taille = boord van de pijler
Strebmitte = milieu de la taille = midden van de pijler

Les contours fixés par M. Noack s'appliquent à des gisements presque horizontaux. Des études analogues devraient être menées dans des gisements semi pentés, car au cours de la discussion il est apparu que dans de tels gisements les limites latérales de la zone détendue au mur semblaient plutôt s'inscrire suivant des verticales que suivant des normales aux bancs.

Pour définir les limites de la zone influencée par une taille, il faut aussi tenir compte :

1) de l'ouverture de la couche;
2) du mode de traitement de l'arrière-taille;
3) de la longueur de la taille;
4) du pendage des couches.

Dans sa méthode, le Cerchar tient compte de presque tous ces paramètres. Il dit que la méthode s'applique à des plateures dont le pendage peut atteindre jusque 20 à 25°, avec des ouvertures de couches de 1 à 1,50 m pour les chantiers foudroyés et 2 à 3 m pour les chantiers remblayés pneumatiquement. Seule la longueur de la taille n'intervient pas mais ce paramètre semble avoir peu d'influence dès que la longueur de la taille dépasse 100 à 125 m, ce qui est généralement le cas.

Les méthodes russes tiennent également compte de ces paramètres.

La méthode de Schulz tient compte de la longueur de la taille, mais pas des autres paramètres. De plus, l'extension de la zone de détente dans les bancs du mur, estimée à 20 m par Schulz et à 30 m par Lidine, est beaucoup trop faible car à peu près tous les auteurs sont d'accord pour admettre une profondeur de 70 à 80 m (la distance de 100 m au mur paraît à l'usage trop grande).

En ce qui concerne la concentration en gaz du gisement avant l'exploitation, la méthode Cerchar se base sur la mesure directe de la concentration en gaz désorbable, ce qui est certainement le plus correct.

Les méthodes, comme celles de Stuffken et de Winter, qui se basent sur des concentrations fictives en fonction du degré de houillification du charbon, peuvent dans certaines limites étroites donner des résultats, mais conduisent à des écarts considérables dans certains gisements dont les concentrations en grisou sont très différentes de celles où les auteurs ont travaillé (fig. 16).

C'est le cas par exemple pour la méthode Stuffken. En examinant la courbe de la figure 16, on constate que les concentrations en grisou sont les plus faibles pour les charbons maigres et anthraciteux (de l'ordre de 5 m³ à la tonne seulement) et maximales pour les charbons gras. Or, d'après

De ombraak, waarop de Heer Noack zijn aandacht heeft gevestigd, geldt voor bijna horizontale afzettingen. Analoge studies zouden moeten uitgevoerd worden in semi-hellende afzettingen, want in de loop van de discussie is gebleken dat in dergelijke afzettingen de laterale grenzen van de ontspannen zone in de vloer eerder volgens de vertikale dan volgens de normale grenzen in de lagen worden gerangschikt.

Om de grenzen te bepalen van een zone, die door een pijler wordt beïnvloed, moet men ook rekening houden met :

1) de opening van de laag;
2) de behandelingswijze van de oude man;
3) de lengte van depijler;
4) de helling van de lagen.

In zijn methode houdt het Cerchar met bijna al die parameters rekening. Het zegt dat de methode toepasselijk is op vlakke lagen waarvan de helling 20 tot 25° kan bereiken, met laagopeningen van 1 à 1,50 m voor de breukwerkplaatsen en 2 à 3 m voor de pneumatisch gevulde werkplaatsen. Alleen de lengte van de pijler komt niet voor, maar deze parameter schijnt weinig invloed te hebben zodra de lengte van de pijler 100 tot 125 m overschrijdt, hetgeen in het algemeen het geval is.

De Russische methodes houden eveneens rekening met die parameters.

De methode Schulz houdt rekening met de lengte van de pijler maar niet met de andere parameters. Bovendien is de uitzetting van de ontspanningszone in de lagen van de vloer, die door Schulz op 20 m en door Lidine op 30 m wordt geschat, veel te klein want bijna al de auteurs zijn het eens om een diepte van 70 à 80 m aan te nemen (de afstand van 100 m in de vloer schijnt te groot bij het gebruik).

Wat betreft de gasconcentratie van de afzetting vóór de ontginning, steunt de methode Cerchar op de rechtstreekse meting van de desorbeerbare gasconcentratie, hetgeen zeker het meest correct is.

De methodes als die van Stuffken en van Winter, die steunen op fiktieve concentraties aan de hand van de inkolingsgraad van de steenkool, kunnen binnen bepaalde strikte grenzen resultaten geven, maar leiden tot opmerkelijke afwijkingen in sommige afzettingen waarvan de mijngasconcentraties zeer verschillend zijn van die waar de auteurs hebben gewerkt (fig. 16).

Dit is bijvoorbeeld het geval voor de methode van Stuffken. Als men de kromme van figuur 16 nauwkeurig nagaat, stelt men vast dat de mijngasconcentraties het laagst zijn voor de magere steenkool en voor de antraciet (slechts 5 m³ per ton) en het hoogst voor de vette steenkool. Maar vol-

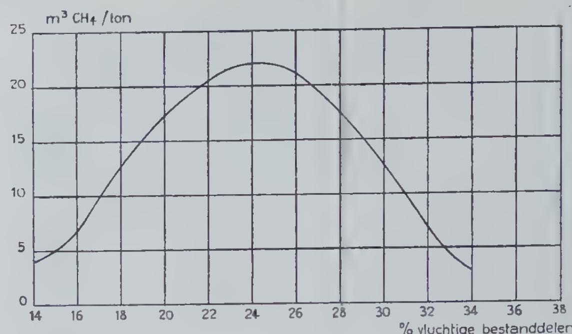


Fig. 16.

Relation entre le rang des charbons et la concentration maximale en grisou des couches (Stuffken).

Verband tussen de graad van de steenkolen en de maximale mijngasconcentratie van de lagen (Stuffken).

% vluchtige bestanddelen = % M.V.

la courbe des concentrations en grisou en fonction des teneurs en matières volatiles (fig. 2), c'est l'inverse que l'on observe. Les courbes de Stuffken, si elles sont vraies pour les mines anthraciteuses du Limbourg néerlandais, ne peuvent en aucun cas s'appliquer aux gisements analogues de Liège et de Charleroi, du moins pour les mines qui exploitent des gisements profonds.

En ce qui concerne les stériles, la méthode Cerchar et les méthodes russes en tiennent compte, les autres pas (le Cerchar assimile 100 m de stampes stériles à 1 m de charbon). Or, nous venons de voir dans les exposés de MM. Kneuper et Brandl l'importance considérable que les stériles, farcis de débris de matières organiques, peuvent jouer dans le dégagement spécifique d'un chantier.

Pour déterminer avec précision le taux de dégazage en chaque point de la zone influencée, il y a encore de très nombreuses études à faire.

Pour le grisou de la couche en exploitation, certains auteurs estiment que 50 à 75 % du grisou désorbable contenu dans la couche se dégagent dans le chantier, suivant que le charbon est abattu en gros blocs ou en morceaux de plus petite granulométrie par une abatteuse à tambour par exemple.

En ce qui concerne les veines satellites situées au toit et au mur, il y a encore un travail considérable à faire pour mieux connaître le taux de dégazage des couches en fonction de leur éloignement au chantier, du mode de contrôle de l'arrière-taille, de leur composition pétrographique, etc.

Le procédé de mesure direct de la concentration en grisou des couches par sondages à travers-bancs peut rendre de grands services en précisant nos connaissances qui ne sont encore que très fragmentaires dans ce domaine.

Il est aussi nécessaire de mieux connaître la stratigraphie des stampes au toit et au mur d'une couche en exploitation.

gens de kromme van de mijngasconcentraties aan de hand van de gehalten in vluchtige bestanddelen (fig. 2), bemerkt men het omgekeerde. Indien de krommen van Stuffken waar zijn voor de antracietmijnen van Nederlands Limburg, zij kunnen in geen enkel geval toepasselijk zijn op de analoge afzettingen van Luik en van Charleroi, evenmin voor de mijnen die diepe afzettingen ontginnen.

Wat de steriele banken betreft, de methode van Cerchar en de Russische methodes houden er rekening mee, de andere niet (het Cerchar stelt 100 m steriele banken gelijk met 1 m steenkool). Maar in de uiteenzettingen van de Heren Kneuper en Brandl zien wij welke opmerkelijke rol de steriele banken vol met organische stoffen in de bijzondere uitstroming van een werkplaats kunnen spelen.

Om het ontgassingspeil in elk punt van de beïnvloede zone nauwkeurig te bepalen, dienen er nog zeer talrijke studies te worden gemaakt.

Voor het mijngas van de laag in ontginning menen sommige auteurs dat 50 tot 75 % van het desorbeerbare mijngas dat in de laag zit, in de werkplaats vrijkomt, naargelang de steenkool in dikke blokken of in stukken met kleinere korreldikte door bijvoorbeeld een trommelwinmachine wordt gewonnen.

Wat de satellietlagen betreft, die in het dak en in de vloer gelegen zijn, moet er nog een aanzienlijk werk verricht worden om het ontgassingspeil van de lagen te kennen aan de hand van hun verwijdering uit de werkplaats, van de kontrolemethode van de oude man, van hun petrografische samenstelling, enz.

Het rechtstreeks meetprocédé van de mijngasconcentratie van de lagen door boringen bij dwarssteengangen kan grote diensten bewijzen door onze kennis, die nog slechts zeer fragmentarisch is in dit domein, nauwkeuriger te doen worden.

Het is eveneens noodzakelijk de stratigrafie van de steriele banken in het dak en in de vloer van een laag in ontginning beter te kennen.

Comme le dit très bien M. Liabeuf, certains échecs dans les prévisions sont dus à l'insuffisance ou à l'inexactitude des données concernant la stratigraphie et la concentration en gaz des charbons.

Zoals de Heer Liabeuf zeer goed aanduidt zijn sommige mislukkingen in het vooraf bepalen te wijten aan de ontoereikendheid of aan de onjuistheid van de gegevens over de stratigrafie en de gasconcentratie van de steenkolen.

Monsieur Kaffanke signale — et je l'approuve — qu'au cours des prochaines années, les exploitants et les Administrations des Mines souhaiteront disposer pour chaque chantier, dans le cadre des projets d'exploitation, d'un calcul prévisionnel du dégagement grisouteux auquel on doit s'attendre.

De Heer Kaffanke wijst erop — en ik stem ermee in — dat in de loop van de volgende jaren de uitbaters en de Administraties van het Mijnwezen in het kader van de ontginningsprojecten voor elke werkplaats zullen wensen te beschikken over een voorlopige berekening van de mijngasuitstroming waaraan men zich moet verwachten.

Le degré de précision de nos méthodes de calcul n'est pas encore satisfaisant, il faut les affiner. Pour cela, il faut multiplier les bilans de grisou dans de nombreux chantiers. Il faut soumettre à une analyse approfondie les valeurs expérimentales recueillies en de nombreux endroits et les comparer aux valeurs calculées. Il faut soumettre au calcul a posteriori toutes les données rassemblées dans les chantiers dont l'exploitation est terminée.

De nauwkeurigheidsgraad van onze berekeningsmethodes is nog onvoldoende; men moet hem scherper stellen. Daarom moet men de mijngasoverzichten in talrijke werkplaatsen verdubbelen. De experimentele waarden, bijeengebracht uit talrijke plaatsen, moet men aan een grondige analyse onderwerpen en ze met de berekende waarden vergelijken. A posteriori moet men alle waarden, bijeengebracht uit de werkplaatsen waarvan de ontginning is beëindigd, aan de berekening onderwerpen.

Ainsi que nous le verrons dans un chapitre suivant, nous disposons maintenant d'un arsenal très complet d'appareils de mesures précis et fiables qui peuvent nous donner une grande partie des éléments dont nous avons besoin.

Zoals wij in een volgend hoofdstuk zullen zien, beschikken wij nu over een zeer volledig arsenaal betrouwbare en nauwkeurige meettoestellen, die ons een groot deel van de elementen, die wij nodig hebben, kunnen bezorgen.

M. Bruyet propose déjà de caractériser les chantiers par un coefficient d'irrégularité du dégagement grisouteux et ce travail peut être fait aisément pour tous les chantiers dont on possède des enregistrements continus de la teneur en méthane de l'air pendant plusieurs mois.

De Heer Bruyet stelt reeds voor de werkplaatsen te karakteriseren met een onregelmatigheidscoëfficiënt van de mijngasuitstroming en dat werk kan gemakkelijk gedaan worden voor al de werkplaatsen waarvan men doorlopende optekeningen van het metaangehalte van de lucht gedurende verscheidene maanden bezit.

Ce coefficient est le rapport de la valeur de la teneur qui n'est dépassée que par 5 % des maxima journaliers à la moyenne des teneurs moyennes journalières. Ce coefficient varie d'un chantier à l'autre; il n'est significatif que s'il est déterminé sur une période assez longue. Disposant actuellement de nombreux appareils enregistreurs de la teneur en méthane, il serait intéressant de le déterminer systématiquement de façon à connaître avant le début d'une exploitation, l'irrégularité du dégagement de grisou dans des cas antérieurement connus et géographiquement proches et à prendre en temps utile les mesures qui assureront un aérage correct et suffisant du futur chantier.

Die coëfficiënt is de verhouding van de waarde van het gehalte dat slechts met 5 % de dagelijkse maxima overschrijdt, tot het gemiddelde van de dagelijkse gemiddelde gehalten. Die coëfficiënt verschilt van de ene werkplaats tot de andere; hij heeft slechts betekenis als hij over een voldoende lange periode wordt bepaald. Omdat men tegenwoordig over talrijke toestellen voor het optekenen van het metaangehalte beschikt, zou het interessant zijn hem systematisch te bepalen om zodanig voor het begin van een ontginning de onregelmatigheid van de mijngasuitstroming in vroeger gekende en geografisch benaderende gevallen te kennen en tijdig de maatregelen te treffen die zorgen voor een correcte en voldoende luchtverversing van de toekomstige werkplaats.

Dans la formule proposée par M. Bruyet, le dégagement spécifique S de grisou à la tonne est affecté du facteur 0,8 pour ne faire intervenir que le dégagement spécifique des jours ouvrés.

In de formule die door de Heer Bruyet wordt voorgesteld, wordt de bijzondere mijngasuitstroming S per ton verbonden met de faktor 0,8 om slechts de bijzondere uitstroming van de werkdagen te laten tellen.

IV. MAITRISE DU DEGAGEMENT DE GRISOU

On peut maîtriser le dégagement de grisou par l'aérage et par le captage.

En ce qui concerne l'aérage, deux cas particuliers ont été traités dans les exposés.

1) L'élimination des accumulations de grisou dans les traçages en cas d'arrêt de la ventilation secondaire

C'est là un problème qui doit retenir tout spécialement notre attention parce que cette opération a été la cause de plusieurs catastrophes minières au cours de ces deux dernières décennies.

La purge rapide d'un traçage ou d'un montage ou d'un cul-de-sac rempli de grisou peut envoyer dans l'aérage primaire des bouchons de grisou à haute teneur.

M. Bruyet décrit un dispositif de purge lente qui permet d'évacuer le grisou sans dépasser la teneur réglementaire dans l'aérage primaire. Il consiste à insérer systématiquement au début d'une ligne de canars aérant un traçage, un canar dilueur (fig. 17). La tige de commande du déflecteur est manœuvrée depuis l'entrée grâce à un câble monté sur des poulies. Lorsqu'on ouvre le déflecteur, le débit d'air à front est diminué d'une quantité qui est fonction de l'ouverture du déflecteur.

IV. BEHEERSING VAN DE MIJNGASUITSTROMING

Men kan de mijngasuitstroming beheersen door de luchtverversing en door de afzuiging.

In verband met de luchtverversing zijn twee bijzondere gevallen in de uiteenzettingen behandeld.

1) De uitschakeling van de mijngasophopingen in de galerijen in geval van stilstand van de secundaire ventilatie

Dit is een probleem dat geheel speciaal onze aandacht moet weerhouden omdat deze operatie de oorzaak is geweest van verscheidene mijnrampen in de loop van de laatste twee decennia.

Het snel zuiveren van een galerij of van een doortocht of van een doodlopende gang, gevuld met mijngas, kan bij de eerste luchtverversing mijngasbellen met hoog gehalte meebrengen.

De Heer Bruyet beschrijft een toestel voor langzame zuivering dat het mogelijk maakt het mijngas weg te voeren zonder het reglementaire gehalte bij de hoofdluchtverversing te overschrijden. Het bestaat erin aan het begin van een luchtkokerleiding, die een galerij verlucht, een koker-verdunner systematisch in te voegen (fig. 17). De bedieningsstang van de deflector wordt vanaf de ingang bediend dank zij een kabel die op schijven is gemonteerd. Wanneer men de deflector opent, wordt het luchtdebiet aan het front verminderd met een hoeveelheid die afhankelijk is van de opening van de deflector.

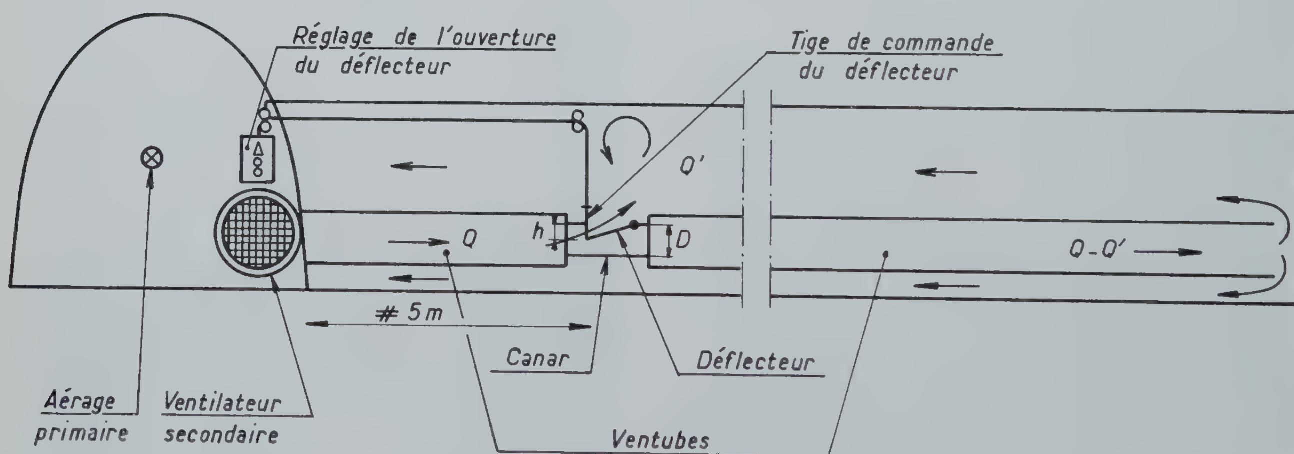


Fig. 17.

Schéma de fonctionnement d'un dispositif de purge lente et contrôlée (Bruyet).
Werkingsschema van een toestel voor langzame en gekontroleerde zuivering (Bruyet).

réglage de l'ouverture du déflecteur = regeling van de opening van de deflector
tige de commande du déflecteur = bedieningsstang van de deflector
aérage primaire = hoofdluchtverversing
aérage secondaire = hulpluchtverversing
canar = koker
déflecteur = deflector
ventubes = linnen kokers

L'air dévié crée dans la voie, au niveau du canar, une forte turbulence qui détruit les nappes de grisou et homogénéise les teneurs. On peut ainsi réaliser facilement une purge lente et parfaitement contrôlée d'une voie en cul-de-sac. L'automatisation de ce dispositif est en cours d'étude.

De afgeleide lucht schept ter hoogte van de koker in de galerij een sterke menging van gassen die de mijngasslierten vernietigt en de gehalten homogeen maakt. Zo kan men gemakkelijk een langzame en perfekt gekontroleerde zuivering van een galerij in een doodlopende gang verwezenlijken. De automatisering van dit toestel is ter studie.

2) L'élimination des hétérogénéités de teneur en CH_4 en tête de taille rabattante foudroyée

C'est là aussi un problème qui intéresse tout spécialement tous les bassins de la Communauté, car l'exploitation par taille rabattante se développe du fait qu'il est souvent plus facile d'y réaliser de très grands avancements journaliers que dans des tailles chassantes.

Dans les tailles foudroyées rabattantes, les deux-tiers environ du grisou dégagé sortent de la tête de taille sous forme de filets à teneur élevée, qui se diluent lentement dans l'aérage. Ce phénomène constitue un danger permanent encore renforcé du fait de la présence des installations électriques.

Jusqu'à présent, on s'était efforcé de casser les filets grisouteux par un ou plusieurs ventilateurs soufflants ou des éjecteurs.

Le procédé décrit par M. Remillieux des Houillères du Bassin de Lorraine fait appel à un dispositif de ventilation secondaire aspirant. Le ventilateur placé dans la voie de retour d'air de la taille aspire à proximité de la limite du foudroyage, à travers une ligne de canars métalli-

2) De uitschakeling van de heterogeniteit van CH_4-gehalte in de kop van de terugwaartse breukpijler

Dit is eveneens een probleem dat heel speciaal alle bekkens van de Gemeenschap aanbelangt, want de ontginning met terugwaartse pijler breidt zich uit door het feit dat het dikwijls gemakkelijker is zeer grote dagelijkse vooruitgang ermee te boeken dan in de voorwaartse pijlers.

In de achterwaartse breukpijlers verlaten ongeveer tweederde van het afgevoerd gas de pijlerkop in de vorm van draden met hoog gehalte, die zich langzaam in de luchtverversing verdunnen. Dit verschijnsel betekent een permanent gevaar, dat nog versterkt wordt door het feit dat er elektrische installaties voorkomen.

Tot nog toe had men zich ingespannen om de mijngasdraden te breken door een of verscheidene blazende ventilatoren of ejectoren.

Het procédé, dat wordt beschreven door de Heer Remillieux van de « Houillères du Bassin de Lorraine », doet beroep op een zuigend secundair ventilatietoestel. De ventilator, die in de luchtkeergalerij van de pijler wordt geplaatst, zuigt aan in de nabijheid van de grens van het

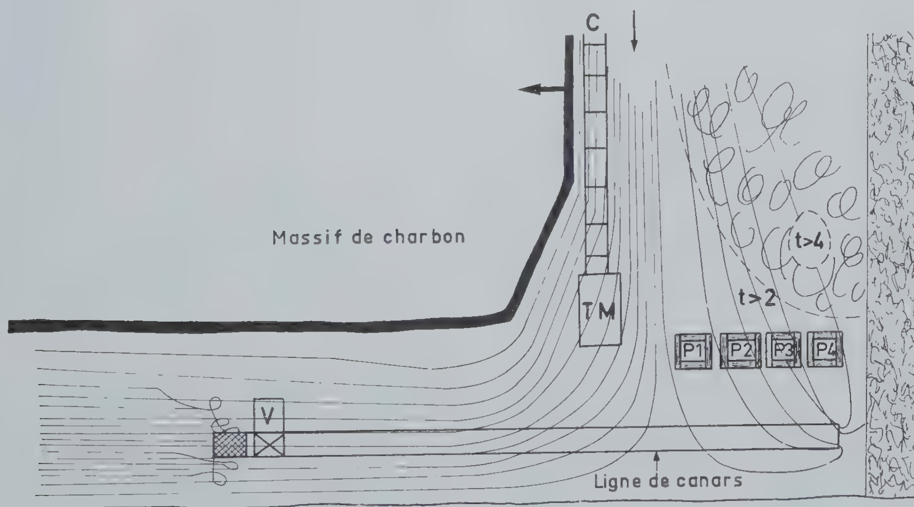


Fig. 18.

Répartition des filets d'air à forte teneur en CH4, au voisinage d'une tête de taille rabattante (Remillieux).

Verdeling van de luchtdraden met hoog CH4-gehalte in de nabijheid van een kop van een terugwaartse pijler (Remillieux).

massif de charbon = steenkolenmassief
ligne de canars = luchtkokerleiding

ques d'une vingtaine de mètres de longueur soigneusement mise à la terre et équipée d'un canar dilueur (fig. 18).

Il s'agit d'un ventilateur puissant (37 kW) capable d'aspirer une fraction très importante (30 à 60 %) du débit d'air qui passe dans la taille. Le fort volume d'air aspiré par le ventilateur assure la dilution du grisou avant son rejet dans le retour d'air en aval aérage de la tête de taille.

L'installation est surveillée par un grisoumètre qui assure le déclenchement à 3 %. Il est moins dangereux de manipuler du CH_4 à 3 % bien mélangé et d'avoir une tête de taille et un cul-de-sac propres que d'avoir dans ces parages un mélange explosif non contrôlé, difficile à maîtriser.

D'autres solutions peuvent être envisagées, telle celle appliquée aux Etats-Unis dans les tailles rabattantes (fig. 19). Dans ce cas on s'efforce d'aspirer le grisou à travers les vieux travaux par un ventilateur ou par une installation de captage placée à l'entrée d'anciennes galeries.

breukveld doorheen een metalen kokerleiding met een lengte van een twintigtal meters, die zorgvuldig wordt geaard en met een koker-verdunner wordt uitgerust (fig. 18).

Het gaat om een krachtige ventilator (37 kW), die een zeer belangrijk gedeelte (30 tot 60 %) van het luchtdebiet dat door de pijler gaat, kan aanzuigen. Het hoge luchtvolume dat door de ventilator wordt aangezogen, zorgt voor de verdunning van het mijngas voordat het in de luchtkeer in afwaartse richting van de luchtverversing van de pijlerkop wordt verwijderd.

De installatie wordt bewaakt door een mijngasmeter die zorgt voor de uitschakeling op 3 %. Het is minder gevaarlijk om te gaan met goed gemengde CH_4 op 3 % en een zuivere pijlerkop en doodlopende gang te hebben dan in die buurt een ongekontroleerd, moeilijk te beheersen explosief mengsel te hebben.

Andere oplossingen kunnen overwogen worden, zoals die welke in de Verenigde Staten in de terugwaartse pijlers wordt toegepast (fig. 19). In dit geval spant men zich in om het mijngas doorheen de oude werkplaatsen aan te zuigen met een ventilator of een afzuigingsinstallatie die aan de ingang van oude galerijen wordt geplaatst.

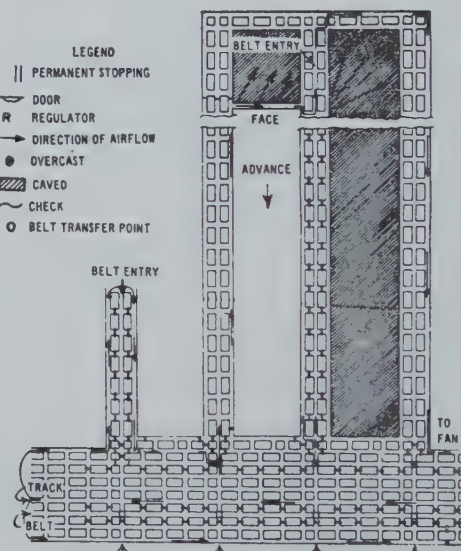


Fig. 19.

Aspiration d'une partie de l'air par les vieux travaux. Disposition imaginée aux Etats-Unis pour assainir les longues tailles rabattantes.

Afzuiging van een deel van de lucht via oude werkplaatsen. Schikking, uitgevonden in de Verenigde Staten, om de lange terugwaartse pijlers te zuiveren.

Si les conditions de gisement le permettent et si on peut faire des traçages, préalables à des exploitations rabattantes, d'une recoupe à la suivante, on peut faire des barrages étanches au voisinage du montage de départ de la taille et aspirer à travers les vieux travaux un mélange riche en grisou (fig. 20). La dépression au barrage de captage serait réglée en fonction de l'éloignement du front de taille et de la résistance des vieux travaux.

Indien de afzettingsomstandigheden het mogelijk maken en indien men galerijen kan maken, voorafgaand aan terugwaartse ontginningen, van de ene aansnijding naar de andere, kan men dichte dammen in de nabijheid van de vertrekdoortocht van de pijler oprichten en doorheen de oude werkplaatsen een mengsel dat rijk is aan mijngas, aanzuigen (fig. 20). De onderdruk aan de afzuigingsdam zou aan de hand van de verwijdering van het pijlerfront en van de weerstand van de oude werkplaatsen geregeld worden.

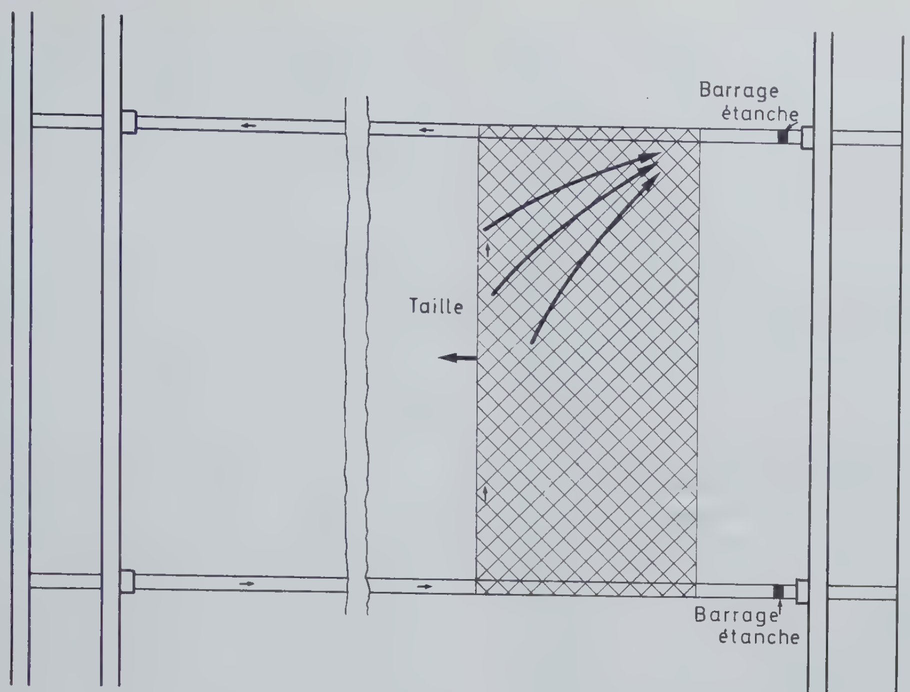


Fig. 20.

Aspiration du grisou à travers l'arrière-taille. Captage du grisou sur barrages effectués près du montage de départ de la taille quand les voies ont pu être tracées d'une recoupe à la suivante.

Afzuiging van het mijngas doorheen de oude man. Afzuiging van het mijngas uit dammen, uitgevoerd naast de vertrekdoortocht van de pijler wanneer de galerijen van de ene doorhouw naar de andere zijn kunnen worden getrokken.

taille = pijler
barrage étanche = dichte dam

Aérage des saignées d'abattage

Dans les tailles équipées d'abatteuses-chargeuses à tambour, les auteurs anglais nous signalent que, pour éviter des inflammations de grisou à fond de saignée, les tambours sont équipés axialement d'un dispositif d'aspiration d'air à l'aide d'un jet d'eau. L'air vient lécher la paroi nouvellement mise à nu et dilue le grisou en même temps qu'il refroidit les pics à l'aide du mélange d'eau.

Captage du grisou

Depuis plus de 20 ans, différents procédés de captage ont été mis en œuvre et ont certainement donné des résultats très appréciables. Le captage par trous de sonde par galeries ou chambres et dans les vieux travaux a été développé à l'origine à partir d'observations empiriques. Il a progressé systématiquement grâce à l'expérience acquise et aux essais méthodiques effectués. Cependant, beaucoup d'installations de captage sont encore prévues, implantées et exploitées selon des règles empiriques. Le point d'implantation des sondages, leur diamètre, leur longueur, leur inclinaison, leur orientation, tous ces paramètres ne sont pas encore définis scientifiquement.

Luchtverversing van de winningsgleuven

De Engelse auteurs melden ons dat in de pijlers, uitgerust met win- en laadmachines met trommel, de trommels axiaal met een toestel voor luchtaanzuiging met behulp van een waterstraal worden uitgerust, om mijngasontvlammingen in de gleufbodem te vermijden. De lucht raakt de pas blootgelegde wand even en verdunt het mijngas terzelfdertijd dat zij de beitels met behulp van het watermengsel afkoelt.

Afzuiging van het mijngas

Sinds meer dan 20 jaar zijn verschillende afzuigingsprocédés in toepassing gebracht en ze hebben zeker zeer te waarderen resultaten opgeleverd. De afzuiging met boorgaten via galerijen of kamers en uit de oude werkplaatsen heeft zich oorspronkelijk op grond van empirische waarnemingen ontwikkeld. Het is systematisch vooruitgegaan dank zij de opgedane ervaring en dank zij de methodisch uitgevoerde proeven. Toch worden vele afzuigingsinstallaties nog gepland, geplaatst en uitgebaat volgens de empirische regels. Het plaatsingspunt van de boringen, hun diameter, hun lengte, hun helling, hun richting, al die parameters zijn nog niet wetenschappelijk vastgesteld.

Le rôle de la dépression paraît aussi moins important qu'on ne le pensait. Elle augmente bien l'efficacité d'un sondage de captage dans sa zone d'action sans augmenter les dimensions de celle-ci en proportion.

Au cours de ces Journées d'Information, les auteurs ont attiré tout particulièrement l'attention des spécialistes sur les sondages au mur. Il est actuellement bien acquis qu'une part très importante du grisou que l'on trouve dans le retour d'air d'un chantier vient des couches situées au mur de l'exploitation.

De plus, si on pratique l'ordre traditionnel de prise en descendant des veines exploitables, la majeure partie du grisou vient du mur et non du toit. Depuis longtemps, on s'efforce de capter le grisou des couches du mur par des trous descendants, mais ceux-ci se remplissent d'eau assez rapidement et ne permettent pas de capter des débits importants. Il peut arriver que la pression du gaz ne soit pas suffisante pour vaincre le poids de la colonne d'eau et dans ce cas le débit s'annule.

M. Bordonné nous signale les résultats excellents obtenus aux Houillères du Bassin de Lorraine à l'aide de trous légèrement montants, forés dans le mur de la veine à partir de la voie de base. De cette façon, l'eau peut aisément s'écouler des sondages et les bouchons d'eau sont évités. Cette technique n'est applicable que si l'inclinaison des couches dépasse une quinzaine de degrés (fig. 21).

MM. Bruyet et Liabeuf ont étudié la circulation du grisou dans le mur des tailles en plateures et arrivent à la conclusion que les orifices des sondages de captage au mur doivent être situés dans les bancs proches du mur (à 10 ou 15 m sous la couche exploitée maximum) là où la perméabilité est la plus grande. En effet, en profondeur la perméabilité est faible et isotrope et elle croît considérablement dans les 20 m du mur les plus proches du chantier où elle devient fortement anisotrope, la résistance des fractures horizontales dues au décollement de bancs diminuant beaucoup

De rol van de onderdruk schijnt ook minder belangrijk dan men dacht. Hij verhoogt wel de doeltreffendheid van een afzuigingsboring in zijn werkingszone zonder de afmetingen hiervan in verhouding te verhogen.

In de loop van deze Informatiedagen hebben de auteurs geheel bijzonder de aandacht van de specialisten gevestigd op de boringen in de vloer. Het is tegenwoordig wel aangenomen dat een zeer aanzienlijk deel van het mijngas dat men in de luchtkeer van een werkplaats vindt, komt van de lagen die in de vloer van de ontginning zijn gelegen.

Bovendien komt het grootste deel van het mijngas van de vloer en niet van het dak, indien men de traditionele volgorde toepast wanneer men dieper gaat met de ontginbare lagen. Sinds lang probeert men het mijngas van de lagen in de vloer via dalende gaten af te zuigen, maar die vullen zich vrij vlug met water en maken het afzuigen van een aanzienlijk debiet niet mogelijk. Het kan gebeuren dat de druk van het gas niet voldoende is om het gewicht van de waterkolom te overwinnen en in dat geval wordt het debiet ongedaan gemaakt.

De Heer Bordonné meldt ons de uitstekende resultaten die in de « Houillères du Bassin de Lorraine » worden bekomen met licht stijgende gaten, die vanaf de voetgalerij in de vloer van de laag worden geboord. Op die wijze kan het water gemakkelijk afvloeien uit de boorgaten en worden wateropstoppingen vermeden. Die techniek kan slechts toegepast worden indien de helling een vijftiental graden overschrijdt (fig. 21).

De Heren Bruyet en Liabeuf hebben de circulatie van het mijngas in de vloer van de vlakke pijlers bestudeerd en komen tot het besluit dat de openingen van de afzuigboringen in de vloer in de nabije lagen van de vloer (op 10 of 15 m maximum onder de ontgonnen laag), daar waar de doordringbaarheid het grootst is, moeten gelegen zijn. In de diepte is de permeabiliteit immers klein en isotroop en zij groeit aanzienlijk in de meest nabije 20 m van de vloer van de werkplaats, waar zij fel anisotroop wordt, omdat de weerstand van de horizontale breuken, te wijten



Fig. 21.

Technique de captage du grisou par trous montants au mur (Bordonné).

Afzuigingstechniek van het mijngas via stijgende gaten in de vloer (Bordonné).

voie de tête = kopgalerij
taille en exploitation = pijler in ontginning
sondage de captage au mur = afzuigingsboring in de vloer
voie de base = voetgalerij

plus que celle des fractures verticales. L'implantation des sondages, comme M. Bordonné le préconise, répond à cet objectif et on comprend donc que cette technique ait permis d'obtenir des débits importants de gaz riche.

MM. Swift et Morris donnent le moyen de combattre des émissions soudaines de gaz en provenance du mur dans les gisements britanniques. Ce phénomène a été observé dans une cinquantaine de mines, principalement dans des tailles à avancement rapide, très rarement dans les traçages (3 cas seulement). Il existe aussi en Campine et dans le Limbourg néerlandais et probablement dans d'autres bassins, mais il est dommage qu'on hésite parfois à signaler les cas. Ces dégagements soudains de gaz se produisent généralement quand il existe sous la couche en exploitation une ou plusieurs veines, parfois des veinettes séparées par un banc raide à perméabilité très faible. Il peut aussi exister des cycles de sédimentation comportant chaque fois un banc raide ou « cap rocks », ce qui augmente le risque.

Le remède consiste à forer de longs sondages à travers la ou les formations solides imperméables et jusqu'à atteindre la formation perméable et la ou les sources de grisou sous-jacentes (fig. 22).

On peut être amené à forer des trous jusque 70 m de profondeur et on obtient même dans ce cas un captage très efficace. Ceci contredit apparemment l'assertion de MM. Bruyet et Liabeuf qui disent que les essais visant à capter du grisou au-dessous de 40 m sont voués à l'échec. Mais, il faut bien noter que la distribution des perméabilités dans le mur à laquelle ils se réfèrent est très différente de celle du cas dont il est fait mention par les auteurs britanniques (absence d'écran imperméable dans le premier cas et présence d'écrans imperméables dans l'autre).

MM. Swift et Morris signalent que la présence de stots ou d'anciennes limites d'exploitation dans des couches supérieures à la couche en exploitation accentue le phénomène. Ces faits se sont aussi vérifiés en Belgique. Aussi, avant d'exploiter un panneau dans ces gisements, on établit un plan situant avec précision les stots et les limites d'anciennes exploitations dans les couches voisines. On placera les sondages en conséquence. On fournira aussi une échelle stratigraphique détaillée des terrains du toit et du mur jusqu'à 100 m en repérant aussi exactement que possible les couches et les bancs raides considérés comme imperméables.

aan het loskomen van de lagen, veel meer vermindert dan die van de vertikale breuken. Het inplanten van de boringen, zoals de Heer Bordonné het aanprijst, beantwoordt aan dit doel en men begrijpt dus dat die techniek het bekomen van aanzienlijke debieten rijk gas heeft mogelijk gemaakt.

De Heren Swift en Morris geven het middel om plotse gasontwikkelingen die voortkomen van de vloer in de Britse afzettingen te bestrijden. Dit verschijnsel is nagegaan in een vijftigtal mijnen, hoofdzakelijk in pijlers met snelle vooruitgang, zeer zelden in de galerijen (slechts 3 gevallen). Het komt ook voor in de Kempen en in Nederlands Limburg en waarschijnlijk in andere bekkens, maar het is spijtig dat men soms aarzelt de gevallen te melden. Die plotse gasuitstromingen doen zich over het algemeen voor wanneer er onder de laag in ontginning een of verscheidene lagen, soms riffels, gescheiden door een stijve laag met zeer zwakke doordringbaarheid, voorkomen. Er kunnen ook afzettingscyclussen voorkomen die telkens een stijve laag of « cap rocks » bevatten, hetgeen het risico verhoogt.

Het redmiddel bestaat in het boren van lange boringen doorheen de ondoordringbare vaste formatie of formaties en tot aan het bereiken van de doordringbare formatie en de onderliggende mijngasbron of mijngasbronnen (fig. 22).

Dit kan leiden tot het boren van gaten van 70 m diep en zelfs in dat geval bekomt men een zeer doeltreffende afzuiging. Dat spreekt blijkbaar de bewering van de Heren Bruyet en Liabeuf tegen, die zeggen dat de tests met het oog op het afzuigen van het mijngas beneden de 40 m, tot mislukken zijn gedoemd. Maar men moet wel noteren dat de verdeling van de doordringbaarheid in de vloer waarnaar zij verwijzen, zeer verschillend is van die waarvan door de Britse auteurs wordt melding gemaakt (ontbreken van ondoordringbaar scherm in het eerste geval en voorkomen van ondoordringbare schermen in het andere).

De Heren Swift en Morris vermelden dat het voorkomen van reststroken of van oude ontginningsgrenzen in de lagen boven de laag in ontginning het verschijnsel scherper doet uitkomen. Deze feiten worden ook in België nagegaan. Ook stelt men, alvorens een paneel in die afzettingen te ontginnen, een plan op dat nauwkeurig de reststroken en de grenzen van oude afzettingen in de naburige lagen aangeeft. Dienovereenkomstig zal men de boringen plaatsen. Men zal ook zorgen voor een uitvoerige stratigrafische schaal van de gesteenten van het dak en van de vloer tot op 100 m waarbij men de plaats van de lagen en de harde banken, die als ondoordringbaar worden beschouwd, zo nauwkeurig mogelijk vaststelt.

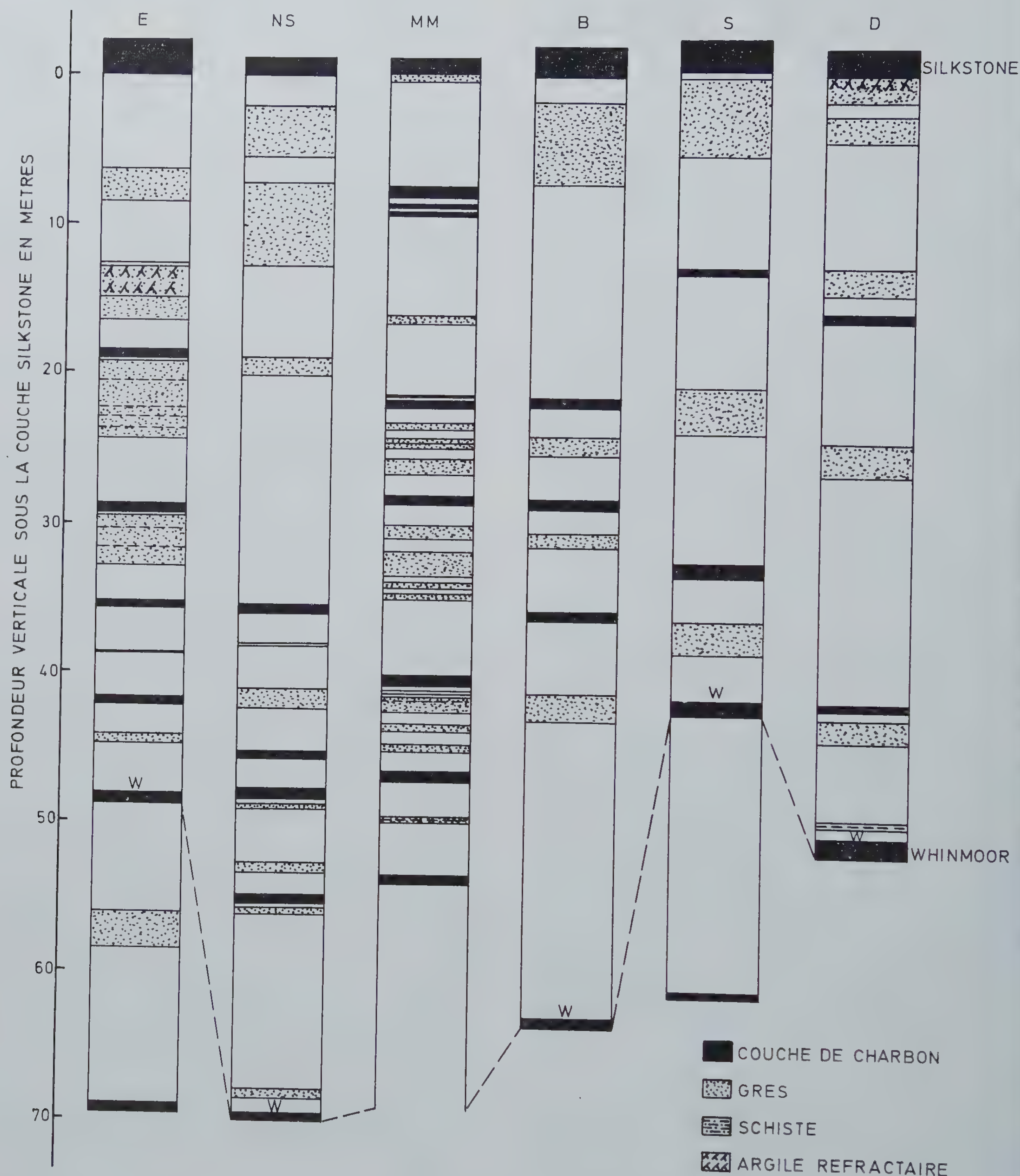


Fig. 22.

Echelle stratigraphique montrant les stampes comprises entre les veines Silkstone et Whinmoor (S. Yorkshire) et favorables aux coups de mur (Swift et Morris).

Stratigrafische schaal die de steriele banken toont, gelegen tussen de lagen Silkstone en Whinmoor (Z. — Yorkshire) en geschikt voor hevige zwellingen (Swift en Morris).

profondeur verticale sous la couche Silkstone en m = vertikale diepte onder de laag Silkstone in m
couche de charbon = steenkolenlaag
grès = zandsteen
schiste = leisteen
argile réfractaire = vuurvaste klei

Dans les techniques de captage, il semble que l'on utilise trop peu les anciennes voies d'exploitation des couches sus-jacentes pour assainir une taille. Ces anciennes voies peuvent jouer le rôle de traçages préalables en couche supérieure, analogues à ceux exécutés en Sarre en 1947-1948 quand on élaborait diverses techniques. Il suffit d'assurer des serrements étanches à l'extrémité des voies abandonnées et on dispose maintenant de mousse expansée qui facilite considérablement ce travail.

M. Müller nous a fait part des premiers résultats d'une nouvelle technique de captage éprouvée en Sarre. A partir de sondages effectués de la surface, on envisageait de prédégazer un champ vierge en remplaçant la détente mécanique opérée sur les terrains par un chantier d'exploitation par une fracturation hydraulique des roches et des veines (fig. 23).

La fracturation provoquée artificiellement dans les terrains et dans les couches avait pour objectif de capter une partie du grisou avant que ne s'établisse une liaison entre la zone disloquée et la zone d'influence de l'exploitation.

Aussi longtemps que la zone voisine du sondage est restée loin de toute influence d'exploitation, la quantité de grisou captée est restée très faible (1 m³/min). Ce n'est que lorsque le sondage fut dépassé par la taille et que son orifice fut noyé dans les remblais que le débit est monté à 14 m³/min. Entre le moment du « fracking » et le passage de la taille, le sondage a débité 350.000 m³ (en 18 mois), mais après le passage de la

Bij de afzuigingstechnieken schijnt het dat men te weinig de oude ontginningsgalerijen van de bovenliggende lagen gebruikt, om een pijler zuiver te maken. Die oude galerijen kunnen de rol van voorafgaandelijk gedreven galerijen in de hogere laag spelen, analoog aan die welke in 1947-1948 in de Saar werden uitgevoerd, wanneer men verschillende technieken uitwerkte. Het volstaat voor dichte afsluitingen aan het uiteinde van de verlaten galerijen te zorgen en nu beschikt men over zeer uitzetbaar schuim, hetgeen dit werk aanzienlijk vergemakkelijkt.

De Heer Müller heeft ons de eerste resultaten van een nieuwe afzuigingstechniek, die in de Saar wordt beproefd, medegedeeld. Men overwoog een onontgonnen veld vooraf te ontgassen met boringen, uitgevoerd vanaf de bovengrond, waarbij de mechanische ontspanning, uitgeoefend op het gesteente door een ontginningswerkplaats, wordt vervangen door een hydrualische splijting van het gesteente en van de lagen (fig. 23).

De kunstmatig veroorzaakte splijting in het gesteente en in de lagen had het afzuigen van een gedeelte van het mijngas tot doel, voordat een verbinding ontstond tussen de breukzone en de zone onder invloed van de ontginning.

Zolang de in de nabijheid van de boring gelegen zone ver van elke ontginningsinvloed is gebleven, is de hoeveelheid afgezogen mijngas zeer klein gebleven (1 m³/min). Pas wanneer de boring door de pijler werd voorbijgegaan en pas wanneer zijn opening in de vulling verdween, is het debiet tot 14 m³/min gestegen. Tussen het ogenblik van de « fracking » en de doortocht van de pijler heeft de boring 350.000 m³ aangevoerd (in 18 maan-

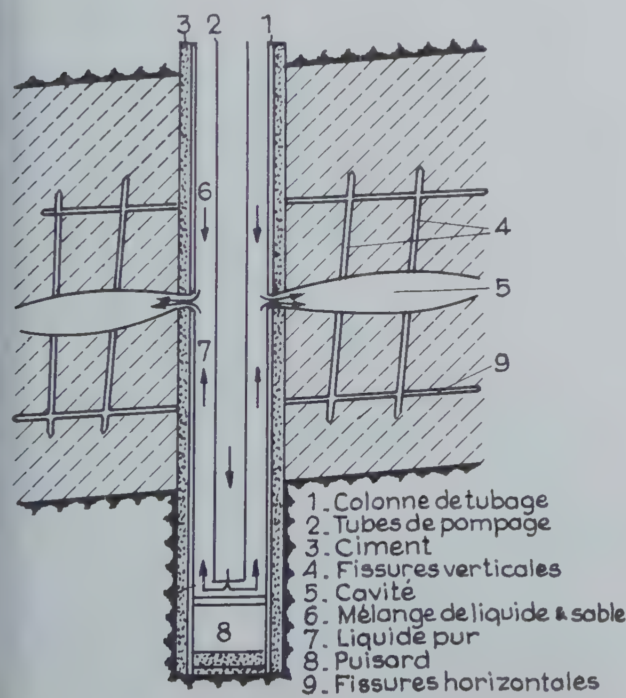


Fig. 23.

Schéma montrant la technique de la fracturation hydraulique (Vandeloise).

Schema dat de techniek van de hydraulische splijting toont (Vandeloise).

1. verbuizing
2. pompleiding
3. cement
4. vertikale spleten
5. holte
6. mengsel vloeistof-zand
7. zuivere vloeistof
8. verzamelput
9. horizontale spleten

taille, quand l'orifice du sondage fut noyé dans le remblai pneumatique, le sondage a débité 4 millions de m^3 (en 12 mois). Il est à noter que les techniques classiques de captage par sondages à partir des voies de chantier sont restées très efficaces dans cette taille.

Au sondage Klarenthal 5, le fracking a pu être réalisé dans la couche à exploiter à une pression de 280 kg/cm^2. On arrivera à capter 50 % du grisou de la couche avant le passage de la taille et ce dans un rayon de 115 m, c'est-à-dire que 180.000 t de charbon sont influencées. Ces quantités de gaz sont relativement faibles en regard du coût très élevé du sondage et de l'opération de fracking et cependant la pression de grisou du gisement vierge est élevée (de l'ordre de 62 bars).

Il sera intéressant de connaître la zone d'extension du fracking dans la couche et le prédégazage réellement atteint lorsque la taille atteindra le sondage, ce qui doit avoir lieu incessamment.

Le captage du grisou sur puits abandonnés

Ainsi que M. Josse l'a montré, le captage du grisou sur puits abandonnés doit être pris sérieusement en considération, car cette technique a déjà permis de récupérer des quantités abondantes d'une matière utile et intéressante pour l'approvisionnement énergétique de nos pays. Depuis son arrêt, un seul puits a déjà débité près de 100 millions de m^3 de grisou pur au cours d'une période de 5 ans.

Le grisou qui intervient ici comprend aussi celui qui est adsorbé par le charbon entre le vide absolu et la pression atmosphérique (entre 0 et 1 bar). Comme vous avez pu le constater par l'exposé de M. Josse, le débit élevé ne se maintient qu'à condition d'appliquer au cours des années une dépression de plus en plus forte. La pression absolue à la fin de 1970 était voisine de 300 mm de mercure seulement (fig. 24).

Cependant, cette technique n'est malheureusement pas applicable partout. Certaines conditions doivent être réunies pour que le captage du grisou dans une mine abandonnée soit possible et rentable.

1) Il faut que le gisement concerné soit suffisamment grisouteux et que les réserves de charbon non exploitées soient encore suffisamment abondantes au moment de la fermeture de la mine.

den), maar na de doortocht van de pijler, wan neer de opening van de boring in de blaasvulling verdween, heeft de boring 4 miljoen m^3 aange voerd (in 12 maanden). Men dient te noteren da de klassieke afzuigingstechnieken met boringen vanaf de werkplaatsgalerijen in die pijler zeer doeltreffend zijn gebleven.

Bij de boring Klarenthal 5 is de « fracking » in de te ontginnen laag met een druk van 280 kg/cm^2 kunnen verwezenlijkt worden. Men zal ertoe komen 50 % van het mijngas van de laag af te zuigen voor de doortocht van de pijler en dat in een straal van 115 m, dat wil zeggen dat 180.000 ton steenkool worden beïnvloed. Die hoeveelheden gas zijn betrekkelijk klein naast de zeer hoge kostprijs van de boring en van de « fracking »-operatie en de mijngasdruk van de onontgonnen afzetting is nochtans hoog (van de orde van 62 bar).

Het zal interessant zijn de uitwerkingszone van de « fracking » in de laag te kennen en de werkelijk bereikte voorontgassing wanneer de pijler de boring zal bereiken, hetgeen eerstdaags moet plaatshebben.

De gasafzuiging uit verlaten schachten

Zoals de Heer Josse heeft aangetoond dient de gasafzuiging uit verlaten schachten ernstig in overweging te worden genomen, want deze techniek heeft het reeds mogelijk gemaakt overvloedige hoeveelheden terug te winnen van een stof die nuttig en interessant is voor de energievoorziening van onze landen. Sinds het opgeven ervan heeft een schacht alleen al bij de 100 miljoen m^3 zuiver mijngas tijdens een periode van 5 jaar aangevoerd.

Het mijngas dat hier in aanmerking wordt genomen, bevat ook hetgeen door de steenkool tussen het absolute vacuüm en de atmosferische druk (tussen 0 en 1 bar) wordt geadsorbeerd. Zoals U bij de uiteenzetting van de Heer Josse hebt kunnen vaststellen, wordt het hoge debiet slechts behouden op voorwaarde dat in de loop van de jaren een steeds sterkere onderdruk wordt toegepast. Op het einde van 1970 bedroeg de absolute druk nog slechts rond de 300 mm kwik (fig. 24).

Ongelukkiglijk kon die techniek nochtans niet overal worden toegepast. Er dienen enkele voorwaarden verenigd te zijn opdat de mijngasafzuiging uit een verlaten mijn mogelijk en rendabel zou zijn.

1) De betrokken afzetting dient voldoende mijngasachtig te zijn en de onontgonnen steenkolenvoorraden dienen nog voldoende rijk te zijn op het ogenblik van de sluiting van de mijn.

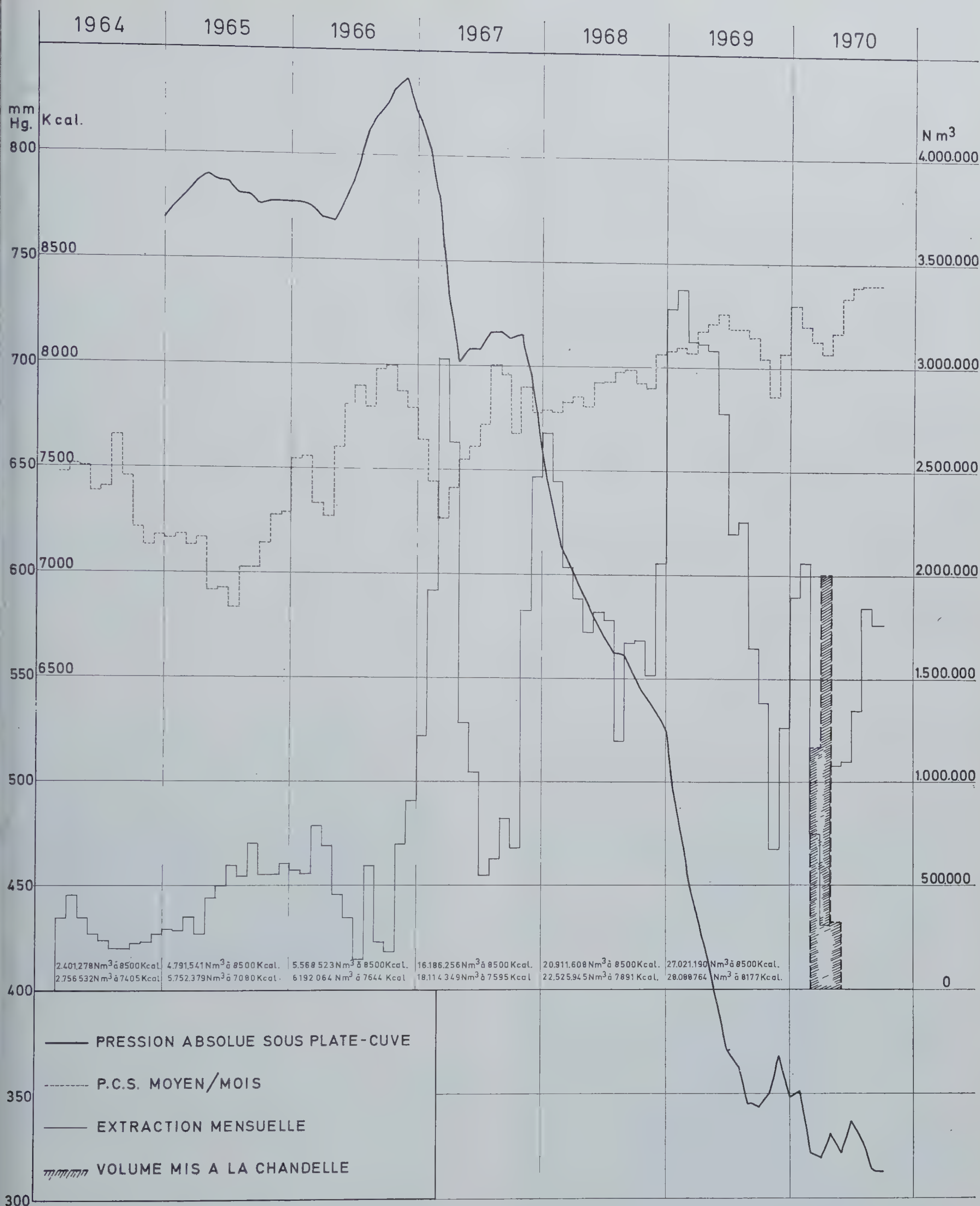


Fig. 24.

Evolution du débit, de la teneur en CH4 et de la dépression sur le puits abandonné de Fontaine-l'Evêque (Josse).

Evolutie van het debiet, van het CH4-gehalte en van de onderdruk in de verlaten schacht van Fontaine-l'Evêque (Josse).

Pression absolue... : Absolute druk onder de vloer
P.C.S. moyen/mois : Gemiddelde verbrandingswarmte per maand
Extraction... : Produktie per maand
Volume mis... : Afgeblazen volume.

2) Il faut que ce gisement grisouteux ait été suffisamment exploité et suffisamment détendu et fissuré par les travaux d'exploitation.
3) La mine ou la portion de mine où l'on pratiquera le captage doit être sèche sous peine d'être plus ou moins rapidement noyée, car il n'est en général pas question d'y maintenir l'exhaure.
4) Les bancs de roche du Houiller doivent être bien lapidifiés, si possible constitués de grès, de psammites, de schistes fermes, de façon que les fissures créées par l'exploitation restent longtemps ouvertes et constituent des voies de cheminement pour le grisou. Les terrains doivent conserver la perméabilité qui a été induite par l'exploitation. Des terrains tendres, constitués de schistes qui s'altèrent facilement à l'eau, ne sont pas favorables car les fissures se referment rapidement et se colmatent. Les terrains redeviennent vite imperméables.
5) Le « réservoir » doit être étanche. Les travaux de la mine ne peuvent en aucun cas avoir été en communication, même lointaine, dans le temps et dans l'espace avec ceux d'une mine active, car le gaz capté n'aura toujours qu'une faible teneur en méthane.
6) Les plates-cuves placées sur les puits doivent être étanches et leur niveau doit être soigneusement choisi en fonction de la nature des terrains, de la configuration des anciens travaux, de la présence de nappes aquifères, de la position d'anciens envoyages, etc.

Il y a là un ensemble de conditions qu'il faut examiner attentivement avant d'entreprendre les aménagements nécessaires.

V. SURVEILLANCE ET CONTROLE DE L'AERAGE ET DU CAPTAGE

On peut dire qu'au cours de ces dernières années les Centres de Recherches français, allemands et britanniques ont travaillé très activement à la mise au point d'appareils de mesures pour surveiller les différents paramètres qui affectent l'aérage des mines et les réseaux de captage du grisou.

En ce qui concerne l'aérage, il existe des appareils télé-indicateurs (télégrisoumètres et téléanémomètres) (fig. 25)), qui permettent une surveillance automatique constante de ces paramètres grâce à la transmission des indications en surface et à leur enregistrement. Ces appareils sont de plus équipés de systèmes d'alarme et de déclenchements automatiques des installations électriques, qui augmentent d'une façon évidente le

2) Die mijngasachtige afzetting dient voldoende ontgonnen en voldoende ontspannen geweest te zijn en gespleten door het ontginningswerk.
3) De mijn of het deel van de mijn waar men de afzuiging zal uitvoeren, dient droog te zijn, op gevaar van meer of minder snel vochtig te worden, want over het algemeen is er geen kwestie van de wateropvoer te behouden.
4) De gesteentelagen van het carboon dienen degelijk versteend te zijn, zo mogelijk samengesteld uit zandsteen, psammiet en harde schiefer, zodanig dat de spleten, ontstaan door de ontginning, lang open blijven en trekwegen vormen voor het mijngas. De gesteenten moeten de doordringbaarheid, die door de ontginning is aangebracht, behouden. Zachte gesteenten, samengesteld uit schiefer, die gemakkelijk verweren door het water, zijn niet gunstig, want de spleten sluiten zich vlug opnieuw en worden gedempt. De gesteenten werden vlug opnieuw ondoordringbaar.
5) Het « reservoir » moet dicht zijn. De werkplaatsen van de mijn mogen in geen enkel geval in verbinding gestaan hebben, zelfs niet van ver, in tijd en ruimte met die van een aktieve mijn, want het afgezogen gas zal altijd slechts een laag metaangehalte hebben.
6) De damvloeren, die op de schachten worden geplaatst, moeten dicht zijn en hun niveau moet zorgvuldig gekozen worden aan de hand van de aard van de gesteenten, van de configuratie van de oude werkplaatsen, van het voorkomen van waterlagen, van de ligging van oude laadplaatsen, enz...

Er zijn daar een geheel van voorwaarden die men aandachtig moet onderzoeken alvorens de nodige aanpassingen te ondernemen.

V. BEWAKING EN KONTROLE VAN DE LUCHTVERVERSING EN VAN DE AFZUIGING

Men kan zeggen dat in de loop van de laatste jaren de Franse, Duitse en Britse Onderzoekingscentra zeer aktief hebben gewerkt aan de uitwerking van meettoestellen om de verschillende parameters, die voorkomen bij de luchtverversing van de mijnen en de afzuignetten van het mijngas, te bewaken.

Wat de luchtverversing aangaat, bestaan er teleaanwijstoestellen (telemijngasmeters en teleanemometers) (fig. 25), die een konstante automatische bewaking van die parameters mogelijk maken, dank zij de overbrenging van de aanwijzingen naar de bovengrond en dank zij de registrering ervan. Bovendien zijn die toestellen uitgerust met alarmsystemen en met systemen tot automatische uitschakeling van de elektrische

niveau de sécurité dans les mines. D'ailleurs, les Administrations des Mines de plusieurs pays ont reconnu ce fait et accordent des dérogations pour laisser en activité des chantiers à des teneurs supérieures aux teneurs limites réglementaires quand ces chantiers sont équipés d'appareils de ce genre et ceci sans diminution du niveau de sécurité. Le contrôle centralisé automatique des teneurs en grisou facilite donc la concentration de la production (fig. 26).

Comme le disent les auteurs français, MM. Boutonnat, Froger, Gagnière et Monomakhoff, il est remarquable de constater que, chaque fois qu'un central de télégrisoumétrie est installé dans une mine, les teneurs moyennes mesurées baissent progressivement les jours qui suivent la mise en place de l'appareil. Cette amélioration vient d'une meilleure connaissance des problèmes en même temps que le personnel devient plus intéressé et plus apte à les résoudre. Dans les mines sujettes à des inflammations spontanées des charbons, on peut adjoindre à ces appareils un analyseur à infrarouge du type Unor qui renseignera d'une façon permanente sur la teneur en CO des circuits d'aérage.

installaties, die het veiligheidspeil in de mijn duidelijk verhogen. De Administraties van het Mijnwezen van verscheidene landen hebben trouwens dit feit erkend en afwijkingen toegestaan om werkplaatsen in werking te laten met gehalten die hoger zijn dan de reglementaire grensgehalten wanneer die werkplaatsen met dergelijke toestellen worden uitgerust en dit zonder vermindering van het veiligheidspeil. De automatische gecentraliseerde kontrole van de mijngasgehalten vergemakkelijkt dus de concentratie van de produktie (fig. 26).

Zoals de Franse auteurs, de Heren Boutonnat, Froger, Gagnière en Monomakhoff, als hun mening te kennen geven, is het opmerkelijk vast te stellen dat, telkens een telemijngasmeetcentrale in een mijn wordt geïnstalleerd, de gemeten gemiddelde gehalten progressief dalen in de dagen die op de plaatsing van het toestel volgen. Die verbetering komt door een betere kennis van de problemen terwijl het personeel terzelfder tijd geïnteresseerder wordt en geschikter om ze op te lossen. In de mijnen die onderhevig zijn aan plotse ontbrandingen van de steenkolen, kan men aan die toestellen een infraroodontledingstoestel van het type Unor toevoegen, dat permanent inlichtingen geeft over het CO-gehalte van de luchtwegen.

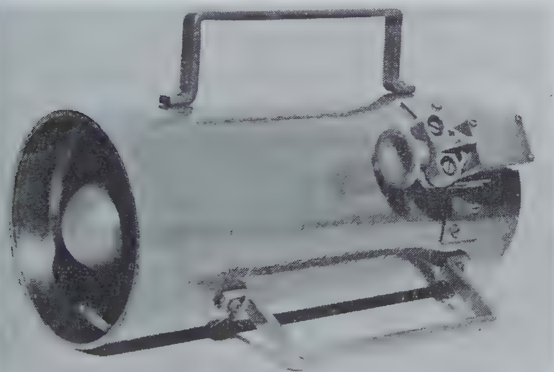


Fig. 25.

Téléanémomètre type GW-WH de la Montan-Forschung (Eicker).

Teleanemometer van het type GW-WH van de Montan-Forschung (Eicker).

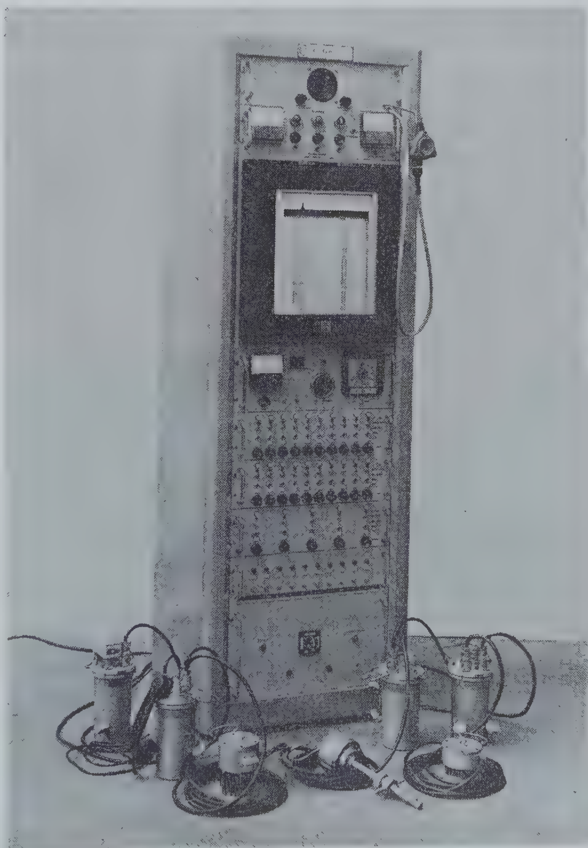


Fig. 26.

Central de télégrisoumétrie du Cerchar, type CTT 63/40 (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

Telemijngasmeetcentrale van het Cerchar, type CTT 63/40 (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

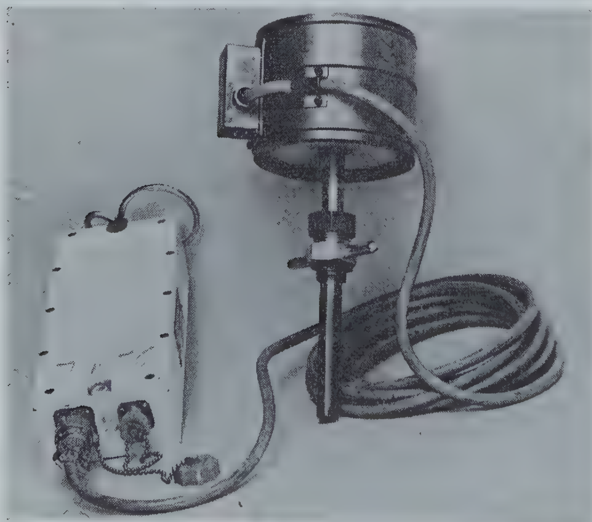
En ce qui concerne le réseau de captage, la mise à l'essai du tricapteur, appareil susceptible de donner à tout instant, en un point d'une tuyauterie, les 3 paramètres suivants (fig. 27) :

— la dépression,
— la teneur en grisou,
— le débit de grisou pur en m³ normaux,

conduira à une meilleure connaissance des mécanismes et des lois du captage. On peut espérer ainsi tirer des conclusions pratiques sur l'implantation la plus favorable des sondages et arriver à un captage du grisou de plus en plus efficace — chose qui deviendra absolument indispensable dans les tailles à haute productivité.

Dans les communications française, allemande (M. Eicker) et britannique (MM. Firth et Wharton), nous avons pu nous rendre compte des progrès énormes réalisés au cours de ces dernières années dans la mise au point d'appareils de mesures de tous genres. Ceux-ci rencontrent tous nos besoins pour assurer une gestion efficace des réseaux d'aérage et de captage.

L'emploi des centraux de télégrisoumétrie *doit encore se développer rapidement* au cours des 5 prochaines années, car à côté de l'augmentation de sécurité qu'ils procurent, ils fournissent une masse d'informations qui sont du plus haut intérêt pour effectuer des études statistiques sur les mécanismes du dégagement de grisou et arriver à affiner les méthodes de prévision du dégagement grisouteux. Pour les ingénieurs d'exploitation, c'est un auxiliaire extrêmement précieux qui détecte rapidement toutes les anomalies d'aérage et leur permet de prendre immédiatement les mesures qui s'imposent. De même ces centraux permettent de contrôler l'efficacité des modifications apportées aussi bien au réseau d'aérage qu'à celui de captage.



Wat het afzuigingsnet aangaat, zal de plaatsin op proef van de « tricapteur », toestel dat op ell ogenblik in een punt van een leiding de volgend 3 parameters kan geven (fig. 27) :

— de onderdruk,
— het mijngasgehalte,
— het debiet zuiver mijngas in m³ normaal,

tot een betere kennis van de mechanismen en van de wetten van de afzuiging leiden. Men mag erop hopen praktische besluiten te trekken over de gunstigste inplanting van de boringen en tot een meer en meer doeltreffende afzuiging van het mijngas te komen - zaak die in de pijlers met hoger produktiviteit absoluut onmisbaar zal worden.

Bij de Franse, Duitse (de Heer Eicker) en Britse (de Heren Firth en Wharton) mededelingen hebben wij ons rekenschap kunnen geven van de enorme vooruitgang die tijdens de laatste jaren bij de uitwerkng van allerhande meettoestellen wordt geboekt. Deze verkrijgen al onze steun om voor een doeltreffend beheer van de luchtverversings- en afzuigingswetten te zorgen.

Het gebruik van de telemijngasmeetcentrales *dient zich nog snel uit te breiden* in de loop van de komende 5 jaar, want naast de verhoging van de veiligheid waarvoor zij zorgen, leveren zij een massa informatie die van het hoogste belang is om statistische studies uit te voeren over de mechanismen van de mijngasuitstroming en om te komen tot het verfijnen van de methodes van vooraf bepalen van de mijngasuitstroming. Voor de ontginningsingenieurs is dit een -uitermate gewaardeerd hulpmiddel dat snel alle luchtverversingsanomalieën opspoort en hen in staat stelt onmiddellijk de maatregelen die zich opdringen te nemen. Evenzo maken die centrales het mogelijk de doeltreffendheid te kontroleren van de wijzigingen die zowel aan het luchtverversings- als aan het afzuigingsnet worden aangebracht.

Fig. 27.

Tricapteur pour réseau de captage du grisou (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

Tricapteur voor afzuigingsnet van het mijngas (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

De plus, la miniaturisation des grisoumètres portatifs conduira à doter tous les membres de la surveillance d'appareils de ce genre, ce qui est de nature à encore renforcer considérablement la sécurité (fig. 28). Chaque agent pourra sans difficulté contrôler rapidement et facilement la teneur en méthane en tous points des chantiers qui lui paraissent suspects.

L'existence de télémesureurs de débit d'air et de la teneur en grisou ouvre la voie à un contrôle en temps réel de l'aérage d'une mine par ordinateur et un réglage automatique de la ventilation des mines. M. Patigny a montré le travail préparatoire accompli en vue d'appliquer les résultats à l'aérage d'une mine réelle du bassin de Campine qui comporte plusieurs ventilateurs souterrains.

On établit un modèle mathématique du réseau de ventilation dans son état actuel. On mesure les débits et les pressions dans les différentes branches du réseau, on connaît les caractéristiques des *n* ventilateurs et on impose un certain nombre de consignes. L'ordinateur vérifie une première fois la validité des données introduites puis, au cours du temps, il dépouillera systématiquement les données transmises par les capteurs, calculera en fonction de ces données les régimes des ventilateurs en ayant soin de respecter les consignes imposées, exécutera les réglages des ventilateurs en marche (il s'agit de ventilateurs à pales réglables en marche), puis vérifiera à partir des télémesures si la situation est conforme aux consignes. En cas d'écart, un programme appelé « logique de surveillance » recherchera la cause de l'écart; si celle-ci est trouvée, le régime des ventilateurs pourra y être adapté. L'auteur a également prévu une procédure de correction automatique du modèle mathématique, fourni à l'ordinateur.

Bovendien zal de miniaturisering van de draagbare mijngasmeters ertoe leiden alle leden van de bewaking van dergelijke toestellen te voorzien, hetgeen van aard is om de veiligheid nog aanzienlijk te verhogen (fig. 28). Elk personeelslid zal zonder moeilijkheid snel en gemakkelijk op alle punten van de werkplaatsen die hem verdacht lijken, het metaangehalte kunnen kontroleren.

Het bestaan van telemeters van het luchtdebiet en van het mijngasgehalte opent de weg voor een tijdige kontrole van de luchtverversing van een mijn door ordinator en een automatische regeling van de ventilering van de mijnen. De Heer Patigny heeft het volledige voorbereidend werk getoond met het oog op het toepassen van de uitslagen op de luchtverversing in de werkelijkheid van een mijn van het Kempens bekken die verscheidene ondergrondse ventilatoren bevat.

Men stelt een mathematisch model van het ventilatienet in zijn huidige staat op. Men meet het debiet en de druk in de verschillende takken van het net, men kent de kenmerken van de ventilatoren en men legt een aantal consignes op. De ordinator gaat een eerste keer de deugdelijkheid van de aangebrachte gegevens na, vervolgens gaat hij in 't verloop van de tijd systematisch de gegevens na die door de opvangtoestellen worden overgebracht, berekent aan de hand van deze gegevens de regimes van de ventilatoren, waarbij hij ervoor zorg draagt de opgelegde consignes te eerbiedigen, voert de regelingen van de in werking zijnde ventilatoren uit (het gaat om ventilatoren met schoepen die tijdens de werking regelbaar zijn), gaat dan uitgaand van de telemetingen na of de toestand overeenkomt met de consignes. In geval van afwijking zoekt een programma, dat « logika van bewaking » wordt genoemd, de oorzaak van de afwijking op; indien deze wordt gevonden, kan het regime van de ventilatoren eraan worden aangepast. De auteur heeft eveneens een procedure van automatische verbetering van het matematisch model voorzien, geleverd bij de ordinator.



Fig. 28.

Grisoumètre Verneuil miniature VM1 (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

Miniatuurmijngasmeter Verneuil VM1 (Boutonnat, Froger, Gagnière, Monomakhoff).

Cette technique vient bien à son heure, car dans les mines à haute productivité de l'ordre de 10.000 à 12.000 t par jour, il n'y aura bientôt plus que 5 à 6 tailles actives, dont l'aérage sera surveillé et réglé en permanence par un organe rapide et efficace qui restera cependant toujours sous un contrôle humain.

VI. CLIMAT DES MINES

Dans son introduction, M. Mücke cite les trois causes principales qui, à l'avenir, conduiront à un échauffement inévitable de l'air des tailles.

1) L'augmentation de la production par taille conduit à une augmentation de la chaleur dégagée par les produits abattus.

La production nette moyenne par taille mécanisée dans la Ruhr est passée de 552 t/jour en 1960 à 910 t/jour en 1969 et 8 % viennent de tailles dont l'extraction dépasse 1.500 t/jour. Dans les tailles d'avant-garde, on a réalisé couramment 3.000 à 4.000 t/jour et exceptionnellement à Walsum : 7.700 t/jour.

2) L'augmentation de la puissance motrice électrique des engins mis en œuvre pour l'abattage et le transport.

La puissance utile mise en œuvre dans ces tailles pour l'abattage et le transport varie de 300 à 400 kW et exceptionnellement 500 à 700 kW. Pour une puissance effective de 500 kW, il faut compter sur un équivalent calorifique de 430.000 kcal/h.

3) L'augmentation de la température des roches, conséquence de l'approfondissement des exploitations.

La mise en service d'un nouvel étage, 100 ou 150 m plus bas que l'ancien, peut donner une augmentation brusque de 4 à 6° et parfois plus encore de la température des roches.

M. Mücke étudie, sur modèle et dans des cas concrets, l'influence de différents modes d'aérage sur le climat des tailles. Il compare successivement :

1°) Les tailles chassantes et rabattantes et dans ce cas la différence est faible.

2°) Les tailles avec aérage montant ou rabatvent; dans ce cas, on peut avoir une amélioration très importante en taille, mais l'avantage reste faible dans la voie de retour d'air (fig. 29).

3°) L'aérage dénommé en Y, avec apport d'air frais en bout de taille, donne l'amélioration la plus spectaculaire de la température effective dans la voie de retour. On peut gagner 5°. C'est aussi une technique favorable au

Die techniek komt wel op tijd, want in de mijnen met hoge produktiviteit van de orde van 10.000 tot 20.000 t per dag, zullen er weldra niet meer dan 5 of 6 aktieve pijlers zijn waarvan de luchtverversing permanent zal bewaakt en geregeld worden door een snel en doeltreffend werktuig dat nochtans altijd onder menselijke kontrole blijft.

VI. KLIMAAT VAN DE MIJNEN

In zijn inleiding noemt de Heer Mücke de drie hoofdoorzaken die in de toekomst tot een onvermijdelijke verwarming van de lucht van de pijlers zullen leiden.

1) De verhoging van de produktie per pijler leidt tot een verhoging van de warmte die door de gewonnen produkten wordt vrijgegeven.

De gemiddelde netto produktie per gemechaniseerde pijler in de Ruhr is van 552 t/dag in 1960 naar 910 t/dag in 1969 gegaan en 8 % komt van pijlers waarvan de extractie 1.500 t/dag overschrijdt. In de nieuwste pijlers wordt vlot 3.000 à 4.000 t/dag verwezenlijkt en uitzonderlijk te Walsum : 7700 t/dag.

2) De verhoging van het elektrisch motorisch vermogen van de tuigen die voor de winning en het vervoer worden ingezet.

Het ingezet nuttig vermogen in die pijlers voor de winning en het vervoer varieert van 300 tot 400 kW en uitzonderlijk van 500 tot 700 kW. Voor een effektief vermogen van 500 kW moet men tellen op een warmtegevend ekwivalent van 430.000 kcal/h.

3) De verhoging van de temperatuur van het gesteente, gevolg van de uitdieping van de ontginningen.

De inbedrijfstelling van een nieuwe verdieping, 100 of 150 m lager dan de oude, kan een bruuske verhoging van 4 tot 6° en soms meer nog van de temperatuur van het gesteente geven.

Op model en in concrete gevallen bestudeert de Heer Mücke de invloed van verschillende luchtverversingsmethodes op het klimaat van de pijlers. Hij vergelijkt achtereenvolgens :

1°) De voorwaartse en de terugwaartse pijlers en in dit geval is het verschil klein.

2°) De pijlers met stijgende luchtverversing of met dalende luchtstroom; in dit geval kan men een zeer aanzienlijke verbetering hebben in de pijler, maar het voordeel blijft klein in de luchtkeergalerij (fig. 29).

3°) De luchtverversing, die « in Y » wordt genoemd, met aanvoer van frisse lucht aan het pijlereinde, geeft de meest spektakulaire verbetering van de effektieve temperatuur in de keergalerij. Men kan 5° winnen. Het is ook

point de vue de la lutte contre le grisou. Quand le découpage du gisement le permet, c'est une technique à prendre très sérieusement en considération (fig. 30).

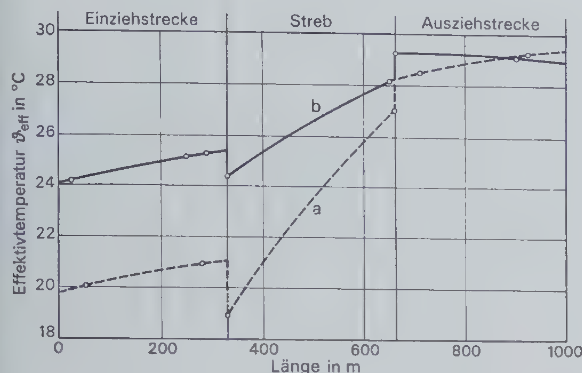


Fig. 29.

Température effective dans une taille d'abord aérée en rabat-vent (homotropique) puis en aérage normal (antitropique) (Mücke).

Effektieve temperatuur in een pijler die eerst met dalende luchtstroom wordt verlucht (homotropisch), daarna met normale luchtverversing (anti-tropisch) (Mücke).

Effektive Temperatur = température effective = effektieve temperatuur
Einziehstrecke = voie d'entrée d'air = luchttoevoergalerij
Streb = taille = pijler
Ausziehstrecke = voie de retour d'air = luchtkeergalerij
Länge = longueur = lengte

Les calculs montrent cependant qu'avec l'aérage seul il est difficile, sinon impossible, de maintenir des conditions acceptables de climat si la température des roches est voisine de 50° et la production de 3.000 t/jour. Il faut alors passer à la réfrigération.

Un seul refroidisseur au pied de taille n'apporte que peu d'amélioration en tête de taille et cette disposition est peu opportune pour des raisons physiologiques. Il est préférable de disposer un grand nombre de petits refroidisseurs le long d'un front de taille (10 à 15 par exemple) et un refroidisseur puissant en tête de taille, mais cette solution est techniquement plus difficile.

D'après M. Weuthen, le meilleur refroidisseur est celui qui développe par unité d'encombrement la plus grande puissance frigorifique pour la plus faible chute de pression par unité de longueur.

L'auteur examine plusieurs types de refroidisseurs et montre que le refroidisseur avec tubes garnis de grandes ailettes n'est pas intéressant dans les travaux miniers.

Pour ne pas diminuer le rendement d'un refroidisseur, il est absolument indispensable que la surface d'échange eau-air reste propre, c'est-à-dire, qu'elle ne se couvre pas de poussières. Il

een gunstige techniek uit het oogpunt van de strijd tegen het mijngas. Wanneer de versnijding van de afzetting het mogelijk maakt, dient die techniek zeer ernstig in overweging te worden genomen (fig. 30).

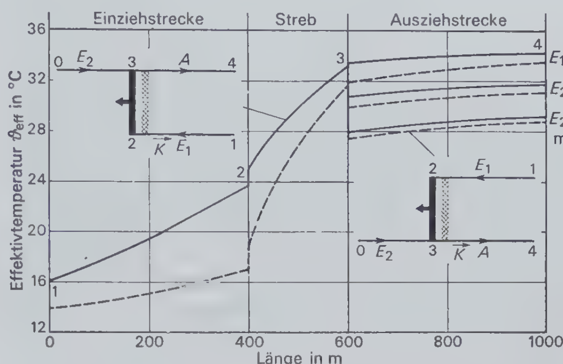


Fig. 30.

Température effective dans un chantier avec un apport d'un volume d'air frais très important à l'extrémité de la taille (Les deux types d'aérage sont envisagés antitropique et homotropique. Dans l'étude, on a considéré que la température des roches était de 52° et la production de 300 t/jour) (Mücke).

Effektieve temperatuur in een werkplaats met een aanvoer van een zeer aanzienlijke hoeveelheid frisse lucht aan het uiteinde van de pijler (De twee types van luchtverversing worden beschouwd als anti-tropisch en homotropisch. In de studie heeft men aangenomen dat de temperatuur van het gesteente 52° bedroeg en de produktie 300 t/dag) (Mücke).

De berekeningen tonen nochtans aan dat het moeilijk, zoniet onmogelijk is met de luchtverversing alleen aanvaardbare klimaatsomstandigheden te behouden indien de temperatuur van het gesteente nabij de 50° bedraagt en de produktie rond de 3.000 t/dag. Dan moet men tot de afkoeling overgaan.

Een enkele afkoeler aan de pijlervoet brengt slechts weinig verbetering in de pijlerkop en deze schikking is om fysiologische redenen weinig opportuun. Het is verkieslijk een groot aantal kleine afkoelers langs een pijlerfront te plaatsen (10 tot 15 bijvoorbeeld) en een krachtige afkoeler in de pijlerkop, maar technisch is die oplossing moeilijker.

Volgens de Heer Weuthen is de beste afkoeler die welke per ruimteëenheid het hoogste verkoelend vermogen ontwikkelt voor de kleinste drukval par lengteëenheid.

De auteur onderzoekt verscheidene types afkoelers en toont aan dat de afkoeler met buizen die bekleed zijn met grote vleugels niet interessant is in de mijnwerkplaatsen.

Om het rendement van een afkoeler niet te verminderen is het volstrekt noodzakelijk dat het wisseloppervlak water-lucht zuiver blijft, dat wil zeggen dat het niet met stof wordt bedekt. Het

faut que l'ensemble de la surface de l'ailette reste à une température inférieure au point de rosée. Dans ce cas, la poussière est évacuée avec l'eau de condensation; il y a auto-nettoyage.

Pour obtenir un haut rendement avec les refroidisseurs à ailettes il faut choisir un tube de base de petit diamètre, des ailettes épaisses, de faible hauteur et de bonne conductibilité thermique.

Cependant, ce type de refroidisseur oppose au flux d'air une résistance relativement forte et exige de ce fait une puissance de ventilation élevée. C'est pourquoi, M. Weuthen préconise un refroidisseur à bandes car la chute de pression qui s'y produit n'est que le tiers de celle d'un refroidisseur à petites ailettes (fig. 31).

geheel van de oppervlakte van de vleugel dient op een temperatuur te blijven, die lager is dan het dauwpunt. In dat geval wordt het stof met het condensatiewater weggevoerd; er is zelfreiniging.

Om een hoog rendement te bereiken met de vleugelkoelers moet men een basisbuis met kleine diameter, met dikke vleugels, met kleine hoogte en met goede thermische geleidbaarheid kiezen.

Toch biedt dat type koeler een betrekkelijk felle weerstand aan de luchtstroom en vereist hierdoor een hoog ventilatievermogen. Daarom prijst de Heer Weuthen een koeler met banden aan want de drukval die er zich voordoet, bedraagt slechts het derde van die van een koeler met kleine vleugels (fig. 31).

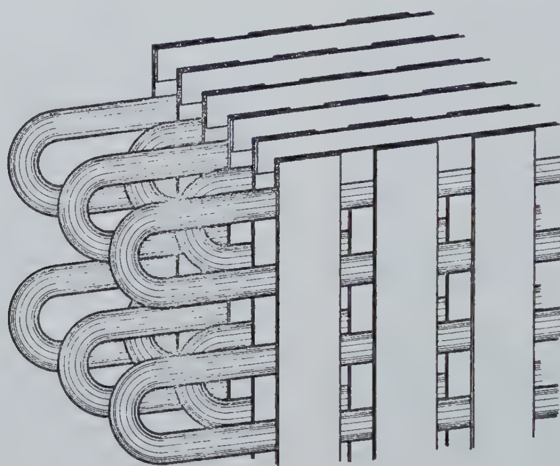


Fig. 31.
Refroidisseur à bandes (Weuthen).
Afkoeler met banden (Weuthen).

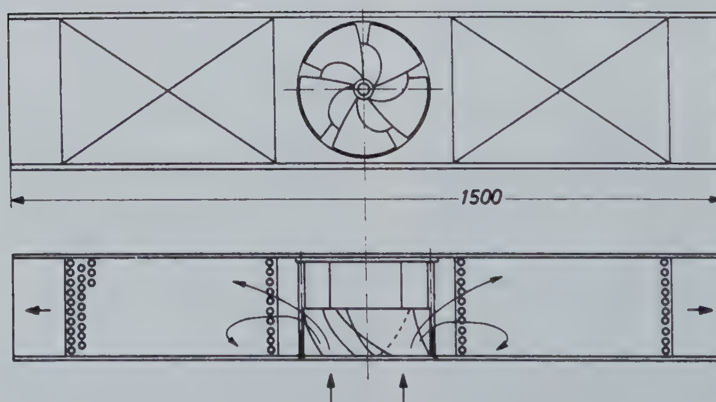


Fig. 32.
Refroidisseur de taille avec pulsation d'air à double sens à fixer aux rehausses du convoyeur. Ventilateur avec turbine semi-axiale (Weuthen).
Pijlerafkoeler met luchtstuwing in dubbele richting die op de opzetplaten van de transporteur dient vastgemaakt. Ventilator met semi-axiale turbine (Weuthen).

Les refroidisseurs de taille ont aussi fait l'objet d'améliorations importantes. Ces refroidisseurs devant se placer sur les rehausses du convoyeur doivent avoir un encombrement aussi réduit que possible. Dans ces conditions, il était difficile de placer un ventilateur axial d'un débit suffisant.

On a construit un ventilateur à turbine semi-axiale qui pulse l'air à travers deux refroidisseurs disposés en sens opposé. De cette façon, le diamètre ne dépend pas de la largeur du bâti. La longueur totale du refroidisseur est de 1,50 m, c'est-à-dire celle d'un bac de convoyeur blindé (fig. 32).

De pijlerkoelers hebben ook het onderwerp uitgemaakt van belangrijke verbeteringen. Die afkoelers moeten alvorens op de opzetplaten van de transporteur te worden geplaatst, een zo beperkt mogelijke omvang hebben. In die omstandigheden was het moeilijk een axiale ventilator met een voldoende debiet te plaatsen.

Men heeft een ventilator met semi-axiale turbine gebouwd, die de lucht doorheen twee in tegengestelde richting opgestelde koelers blaast. Op die wijze hangt de diameter niet af van de breedte van het onderstel. De totale lengte van de afkoeler bedraagt 1,50 m, dat wil zeggen die van een bak van een gepantserde transporteur (fig. 32).

Evaluation préalable du climat des tailles

Le climat des mines de charbon est en général plus sévère que celui des mines de potasse et que la plupart des conditions climatiques rencontrées en surface en Allemagne. Ce climat est caractérisé non seulement par des températures élevées, mais aussi par une forte humidité de l'air.

On constate que la teneur en vapeur d'eau dans la voie de retour d'air d'un chantier varie très fortement en fonction du cycle d'abattage (fig. 33). La teneur en vapeur d'eau varie de 21 g/kg quand la machine d'abattage travaille, à 16 g/kg quand elle ne travaille pas et pendant le week-end elle tombe à 13,3 g/kg. Les variations de températures ne sont pas aussi prononcées.

Voorafgaandelijke evaluatie van het klimaat van de pijlers

Het klimaat van de steenkoolmijnen is over het algemeen strenger dan dat van de potasmijnen en dan het merendeel van de klimaatsomstandigheden die men op de bovengrond in Duitsland ontmoet. Dat klimaat wordt niet alleen gekenmerkt door hoge temperaturen, maar ook door een sterke vochtigheid van de lucht.

Men stelt vast dat het waterdampgehalte in de luchtkeergalerij van een werkplaats zeer sterk varieert in het kader van de winningscyclus (fig. 33). Het waterdampgehalte varieert van 21 g/kg wanneer de winmachine werkt, tot 16 g/kg wanneer ze niet werkt en gedurende het weekend valt het op 13,3 g/kg. De temperatuurvariaties zijn niet zo uitgesproken.

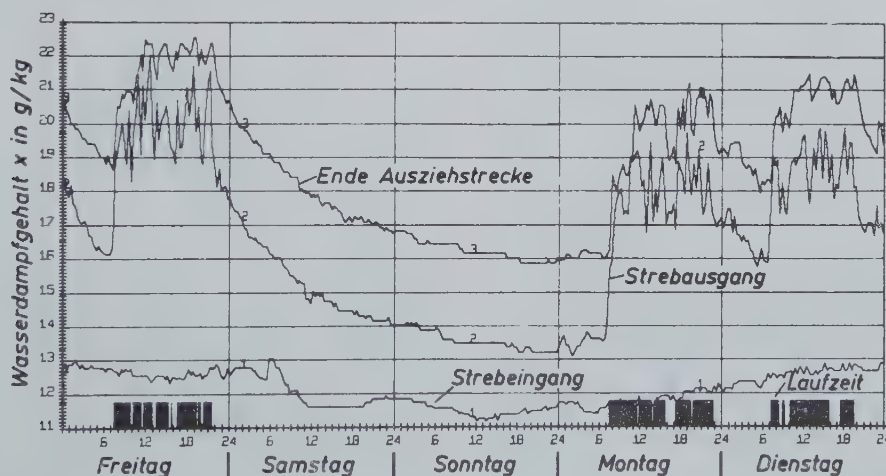


Fig. 33.

Teneur en vapeur d'eau de l'air en fonction du déroulement de l'exploitation (Voss).
Waterdampgehalte van de lucht in het kader van het verloop van de ontginning (Voss).

Wasserdampfgehalt = teneur en vapeur d'eau = waterdampgehalte
Ende Ausziehstrecke = fin de la voie de retour d'air = einde van de luchtkeergalerij
Strebausgang = sortie de la taille = uitgang van de pijler
Strebeingang = entrée de la taille = ingang van de pijler
Laufzeit = temps de travail du rabot = werktijd van de schaaf
en abscisse : de vendredi à mardi = op de abscis : van vrijdag tot dinsdag

La quantité de calories en provenance du massif et qui s'écoule vers le courant d'aérage dans les voies de tailles et dans les chantiers est inférieure aux estimations antérieures. Ceci est dû au fait que les schistes ont une mauvaise conductibilité thermique, principalement perpendiculairement à la stratification, du fait des décollements de bancs et de la fissuration.

La plus grande partie des calories est apportée par le charbon et les remblais, mais comme ces produits sont humides, ces calories sont principalement utilisées à évaporer l'eau qui se trouve à leur surface, ce qui augmente la teneur en vapeur d'eau de l'air et contribue à dégrader le climat de la mine.

Une autre source de chaleur importante est l'équivalent thermique de la puissance absorbée par les engins électriques.

M. Voss a établi différents modèles mathématiques en vue d'évaluer au préalable le climat de nouveaux chantiers. On prend pour ce faire les valeurs caractéristiques trouvées pour une taille ou une galerie existante. On comparera ensuite les valeurs trouvées par le programme à celles réellement obtenues dans les chantiers actifs et on pourra ainsi améliorer les programmes.

Le coefficient caractéristique de l'humidité est beaucoup plus élevé dans les tailles remblayées pneumatiquement que dans les foudroyées (fig. 34). Par contre, pour la conductibilité thermique équivalente c'est l'inverse que l'on observe (fig. 35).

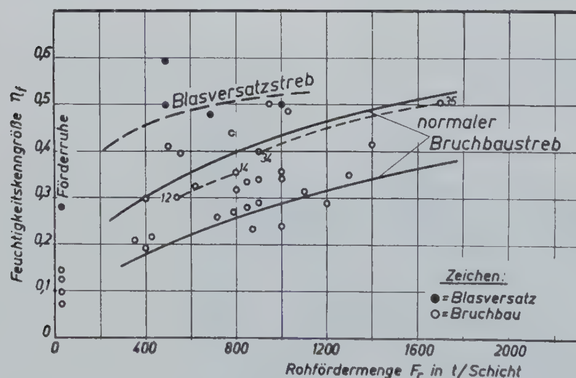


Fig. 34.

Comparaison de l'indice caractéristique de l'humidité dans des tailles foudroyées et dans des tailles remblayées (Voss).

Vergelijking van de karakteristieke index van de vochtigheid in breuk- en in vulpijlers (Voss).

Feuchtigkeitskenngrösse = indice caractéristique de l'humidité = karakteristieke index van de vochtigheid
Förderruhe = arrêt de la production = stilstand van de produktie
Blasversatzstreb = taille à remblayage pneumatique = pijler met pneumatische vulling
Normaler Bruchbaustreb = taille à foudroyage = breukpijler
Rohfördermenge F in t/Schicht = production brute en t/poste = bruto produktie in ton/dienst

De hoeveelheid kalorieën die voortkomt van het gebergte en die naar de luchtverversingsstroom wordt geleid in de afbouwgalerijen en in de werkplaatsen is lager dan de vroegere schattingen. Dit is te wijten aan het feit dat de schiefer een slechte thermische geleidbaarheid heeft, hoofdzakelijk loodrecht op de gelaagdheid, door het openslijten van de lagen en door de splijting.

Het grootste deel van de kalorieën wordt door de steenkool en het vulmateriaal aangebracht, maar omdat die produkten vochtig zijn, worden die kalorieën hoofdzakelijk gebruikt om het water dat zich op de oppervlakte ervan bevindt, te verdampen, hetgeen het waterdampgehalte van de lucht verhoogt en bijdraagt om het klimaat van de mijn te bederven.

Een andere belangrijke warmtebron is het thermisch ekwivalent van het vermogen dat door de elektrische tuigen wordt geabsorbeerd.

De Heer Voss heeft verschillende mathematische modellen opgesteld met het oog op het voorafgaandelijk evalueren van het klimaat van nieuwe werkplaatsen. Hiervoor neemt men de karakteristieke waarden, gevonden voor een bestaande pijler of galerij. Men vergelijkt vervolgens de door het programma gevonden waarden met de in de aktieve werkplaatsen werkelijk bekomen waarden en zo kan men de programma's verbeteren.

Het kenmerkend coëfficiënt van de vochtigheid is veel hoger in de pijlers met blaasvulling dan in de breukpijlers (fig. 34). Daarentegen stelt men het tegenovergestelde vast voor de ekwivalente thermische geleidbaarheid (fig. 35).

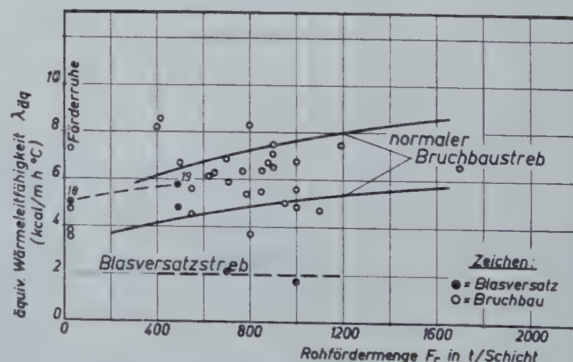


Fig. 35.

Indice de conductibilité thermique équivalente pour des tailles foudroyées et remblayées pneumatiquement (Voss).

Index van ekwivalente thermische geleidbaarheid voor breukpijlers en pijlers met blaasvulling (Voss).

äquiv. Wärmeleitfähigkeit = indice de conductibilité thermique équivalente = ekwivalente thermische geleidbaarheidsindex

M. Hückel s'efforce de prévoir les températures auxquelles on devra s'attendre dans les étages plus profonds des Mines Sarroises. Dans les travaux existants, on constate une grande dispersion des températures mesurées, dispersion qui s'accentue avec la profondeur et fait apparaître d'emblée de grosses différences du degré géothermique. Les températures les plus élevées coïncident fréquemment avec des structures anticlinales.

La conductibilité calorifique des roches du Carbonifère de la Sarre est très variable suivant leur nature. Elle est très faible pour le charbon et peut devenir 5 à 10 fois meilleure pour le schiste, 12 fois pour le grès et 15 fois pour le conglomérat.

Les différences de température observées peuvent s'expliquer par des différences de composition pétrographique des terrains. Le degré géothermique peut passer de 20 m par degré à 60 m par degré dans les régions extrêmes et on constate que les valeurs faibles de la conductibilité calorifique moyenne correspondent presque toujours à une augmentation relative du pourcentage de charbon contenu dans les terrains.

De Heer Hückel spant zich in om de temperaturen te voorzien waaraan men zich in de dieper gelegen verdiepingen van de Saarlandse mijnen moet verwachten. In de bestaande werkplaatsen stelt men een grote spreiding van de gemeten temperaturen vast, spreiding die scherper uitkomt met de diepte en dadelijk grote verschillen van de geothermische graad laat uitschijnen. De hoogste temperaturen vallen vaak samen met antiklinale strukturen.

De warmtegevende geleidbaarheid van de gesteenten van het Carboon van de Saar is zeer veranderlijk volgens de aard ervan. Zij is zeer zwak voor de steenkool en kan 5 tot 10 maal beter worden voor het schiefer, 12 maal voor de zandsteen en 15 maal voor het conglomeraat.

De waargenomen temperatuurverschillen kunnen verklaard worden door de verschillen van petrografische samenstelling van de gesteenten. De geothermische graad kan van 20 m per graad naar 60 m per graad gaan in de hoogste gebieden en men stelt vast dat de lage waarden van de gemiddelde warmtegevende geleidbaarheid bijna altijd overeenkomen met een verhoging in verhouding tot het percentage steenkool, bevat in het gesteente.

VII. PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

Le grisou ne doit plus être considéré comme un ennemi dont on n'ose pas parler et qu'on n'ose pas détecter. Il faut l'affronter de face, multiplier les points de détection et de surveillance, ainsi que les appareils enregistreurs, relever les anomalies observées et s'efforcer de déterminer leurs causes et d'y porter remède.

En agissant de la sorte, on le connaîtra beaucoup mieux et le personnel surveillant sera mieux armé pour le combattre. Les expériences mises en commun assureront un progrès plus rapide encore dans la lutte contre le grisou.

Un des enseignements importants de ces journées est que les recherches sur le gisement et le dégagement du grisou doivent se faire simultanément dans tous les bassins miniers. En ces matières, il n'est nullement question de double emploi car, comme nous l'avons vu plusieurs fois au cours de cet exposé, les conditions de gisement sont tellement diversifiées dans la nature que certaines conclusions déduites d'observations dans un gisement ne sont pas applicables dans un autre (comme en matière de pressions de terrains d'ailleurs).

Rappelons quelques exemples :

On peut dire que :

1) Le caractère grisouteux d'un gisement ne dépend pas du rang du charbon.

VII. PERSPEKTIEVEN EN BESLUITEN

Het mijngas moet niet meer beschouwd worden als een vijand waarover men niet durft spreken en die men niet durft opsporen. Men moet het openlijk tegemoet treden, de opsporings- en de bewakingspunten vermenigvuldigen, evenals de registreertoestellen, de waargenomen anomalieën optekenen en zich inspannen hun oorzaken te bepalen en eraan te verhelpen.

Als men aldus handelt, zal men het veel beter kennen en het toezichthoudend personeel zal beter gewapend zijn om het te bestrijden. De gemeenschappelijk ondernomen proefnemingen zullen voor een nog snellere vooruitgang zorgen in de strijd tegen het mijngas.

Een van de belangrijke lessen van deze dagen is dat het onderzoek op het gebied van de afzetting en de uitstroming van het mijngas gelijktijdig in alle mijnbekkens dient te gebeuren. In dit domein is helemaal geen sprake van dubbel gebruik want de afzettingsomstandigheden zijn, zoals we verscheidene keren tijdens deze uiteenzetting hebben gezien, naar de aard zodanig verschillend dat sommige besluiten, afgeleid uit waarnemingen in een afzetting, niet toepasselijk zijn in een andere (zoals ten andere op gebied van gesteentedruk).

Herinneren wij aan enkele voorbeelden. Men kan zeggen dat :

1) Het mijngasachtig karakter van een afzetting niet afhangt van de graad van de steenkool.

2) Le grisou est généralement emmagasiné dans le charbon, mais dans certains gisements (Rybnik - Moraska Ostrava) il a migré dans les stampes.
3) Les variations de la constitution pétrographique des stampes encadrant une couche peuvent donner lieu à de grandes différences dans le dégagement spécifique de cette couche suivant qu'on exploite un panneau ou un autre.
4) Les grandes vitesses d'avancement semblent ne pas apporter d'amélioration au dégagement spécifique dans certains bassins, alors que dans d'autres (G.B. - Campine) le phénomène paraît bien mis en évidence. Ce fait serait imputable à la nature même des roches. Les bancs mous et très sensibles à l'humidité se prêtent bien à une fermeture et à un colmatage rapides de toutes les fissures à courte distance en arrière du front de taille, ce qui diminue certainement le taux de dégazage des satellites.
5) Dans des gisements très plats, le captage du grisou par longs trous descendants (50-60 à 70 m) peut être le seul moyen d'éviter des dégagements brusques de grisou en provenance des bancs du mur. Il ne faut donc pas considérer cette technique comme sans intérêt.

Les tâches les plus urgentes de la prochaine décennie sont :

1) *Planning d'aérage*

A côté du planning d'exploitation et de production il y aura lieu d'établir un planning d'aérage. Il faudra évaluer préalablement le dégagement spécifique de grisou auquel on devra s'attendre dans chaque taille et, pour les chantiers chauds, il faudra prévoir les caractéristiques du climat. Ces données permettront de déterminer le débit d'air requis pour maintenir des conditions de grisou et d'aérage acceptables.

Pour atteindre ces objectifs, il faudra perfectionner les procédés de calcul prévisionnel pour le grisou et le climat.

Donc :

a) déterminer la concentration réelle en grisou de toutes les couches;
b) mieux connaître l'extension des zones affectées par les exploitations;
c) arriver à mieux déterminer le taux de dégazage des veines influencées et par le fait même leur concentration résiduelle en grisou;
d) s'efforcer de trouver un appareil de mesure globale du climat pour obtenir directement la température effective;

2) Het mijngas is in het algemeen in de steenkool opgeslagen, maar in sommige afzettingen is het in de steriele banken gemigreerd (Rybnik - Moraska Ostrava).
3) De variaties in de petrografische samenstelling van de steriele banken die een laag omringen, kunnen grote verschillen veroorzaken bij de bijzondere uitstroming van die laag naargelang men het ene of het andere paneel ontgint.
4) De grote vooruitgangssnelheden schijnen geen verbetering aan te brengen aan de bijzondere uitstroming in sommige bekkens, terwijl in andere (G.B. - Kempen) het verschijnsel duidelijk de aandacht leek te trekken. Dit feit zou aan de aard zelf van het gesteente zijn toe te schrijven. De zachte en voor vochtigheid zeer gevoelige lagen lenen zich goed tot een snelle sluiting en verstopping van alle spleten op korte afstand achter het pijlerfront, het geen zeker het ontgassingspeil van de satellietlagen vermindert.
5) In de zeer vlakke afzettingen kan het afzuigen van het mijngas via lange dalende gaten (50 - 60 tot 70 m) het enige middel zijn om bruuske mijngasuitstromingen, voortkomend van de lagen van de vloer, te vermijden. Men moet dus die techniek niet als zonder belang beschouwen.

De dringendste opdrachten van het komend decennium zijn :

1) *Luchtverversingsplanning*

Het zal nodig zijn naast de ontginnings- en de produktieplanning een luchtverversingsplanning op te stellen. Men moet de bijzondere mijngasuitstroming, waaraan men zich in elke pijler moet verwachten, voorafgaandelijk evalueren, en voor de warme werkplaatsen moet men de kenmerken van het klimaat voorzien. Met die gegevens zal men het luchtdebiet dat vereist wordt om aanvaardbare mijngas- en luchtverversingsomstandigheden te behouden, kunnen bepalen.

Om die doeleinden te bereiken moet men de procédés van voorlopige berekening voor het mijngas en het klimaat perfektioneren.

Dus :

a) de werkelijke mijngasconcentratie van alle lagen bepalen;
b) de uitwerking van de zones, getroffen door de ontginning, beter kennen;
c) ertoe komen het ontgassingspeil van de beïnvloede lagen beter te bepalen en door het feit zelf hun overblijvende mijngasconcentratie;
d) trachten een toestel voor globale meting van het klimaat te vinden om rechtstreeks de effektieve temperatuur te bekomen;

e) perfectionner et améliorer les calculs prévisionnels du climat;
f) développer les appareils de mesures et de commandes des installations de réfrigération.

2) *Etude des stampes*

La connaissance des échelles stratigraphiques au toit et au mur des couches exploitées est souvent très insuffisante. L'emploi plus généralisé de la sonde à rétrodiffusion de rayons gamma est certainement susceptible de détecter avec précision l'épaisseur des veines et des veinettes.

3) *Surveillance et contrôle permanent de l'aérage des tailles*

Il faut absolument développer l'emploi des appareils d'alarme, les autodéclencheurs, les télé-indicateurs (grisoumètres et anémomètres), de façon à autoriser dans les tailles à haute production une teneur limite de 2 % tout en ayant une sécurité accrue.

Pour mieux exploiter la somme considérable de données fournies par les centraux de télégrisoumétrie et de téléanémométrie, en vue d'établir systématiquement les bilans « grisou » des chantiers et les coefficients d'irrégularité ou l'influence de certains paramètres, il est nécessaire de pouvoir les traiter automatiquement; il sera donc nécessaire d'adjoindre à ces centraux des organes d'interfaces « centraux-ordinateurs » permettant de convertir automatiquement les données sous forme numérique et de les transcrire directement sur un support assimilable par l'ordinateur. Ces organes pourront convertir les données analogiques des centraux en données numériques qui seront alors fixées, soit sur bandes perforées, soit sur tableaux imprimés.

4) *Planning de captage*

Les techniques de captage devront être étudiées d'une façon plus scientifique et les différents procédés de captage au mur par longs trous montants à partir de la voie de base et par trous descendants à partir des 2 voies sont à développer. Les appareils de mesures qui viennent d'être mis au point permettront de mieux gérer les installations de captage.

Il y a lieu d'utiliser d'une façon plus extensive les anciennes voies d'exploitation au-dessus d'une couche pour extraire une partie du gaz qui pourrait encore s'écouler de veines abandonnées au toit.

5) *Méthodes de prédégazage ou de limitation du dégagement de grisou d'une couche*

La technique qui reste encore la plus efficace pour dégazer une veine est celle qui consiste à exploiter d'abord une veine voisine sus ou sous-jacente. Dans ce cas, la première exploitation dans

e) de voorlopige berekeningen van het klimaat perfektioneren en verbeteren;
f) de meet- en bedieningstoestellen van de afkoelingsinstallaties uitbreiden.

2) *Studie van de steriele banken*

De kennis van de stratigrafische schalen in het dak en in de vloer van de ontgonnen lagen is vaak zeer ontoereikend. Het algemener gebruik van de sonde met retrodiffusie van gammastralen kan zeker de dikte van de lagen en van de riffels nauwkeurig opsporen.

3) *Permanente bewaking en kontrole van de luchtverversing van de pijlers*

Men moet absoluut het gebruik van de alarmtoestellen, de zelfschakelaars, de teleïndicatoren (mijngasmeters en anemometers) uitbreiden, om zodanig in de pijlers met hoge produktie een grensgehalte van 2 %, waarbij men een verscherpte veiligheid heeft, toe te laten.

Om de belangrijke som gegevens, die door de telemijngasmeet- en teleanemomeetcentrales worden geleverd, voordeliger te gebruiken, met het oog op het systematisch opstellen van de « mijngas »-balansen van de werkplaatsen en van de onregelmatigheidscoëfficiënten en de invloed van sommige parameters, is het noodzakelijk ze automatisch te kunnen behandelen; het zal dus nodig zijn aan die centrales tussengeplaatste elementen « centrales-ordinatoren » toe te voegen, die de gegevens automatisch in numerieke vorm kunnen omzetten en ze rechtstreeks op een door de ordinator opneembare ponsband kunnen overschrijven. Die elementen zullen de analoge gegevens van de centrales kunnen omzetten in numerieke gegevens, die dan hetzij op geperforeerde banden hetzij op gedrukte tabellen worden vastgelegd.

4) *Afzuigingsplanning*

De afzuigingstechnieken zullen wetenschappelijker moeten bestudeerd worden en de verschillende afzuigingsprocédés in de vloer via lange stijgende gaten vanaf de voetgalerij en via dalende gaten vanaf de 2 galerijen dienen uitgebreid te worden. De meettoestellen die worden uitgewerkt, maken het mogelijk de afzuiginstallaties beter te beheren.

Het is nodig de oude ontginningsgalerijen boven een laag uitgebreider te gebruiken om een deel van het gas, dat nog uit verlaten lagen in het dak zou kunnen stromen, af te zuigen.

5) *Methodes voor voorontgassing of voor begrenzing van de mijngasuitstroming van een laag*

De techniek die bestaat in het vooraf ontginnen van een naburige onder- of bovenliggende laag, blijft nog de meest doeltreffende techniek om een laag te ontgassen. In dit geval zou de eerste ont-

un panneau vierge pourrait toujours être affectée par un dégagement spécifique élevé qui ralentirait sa marche.

Jusqu'à présent, la technique de fracturation hydraulique ne s'est pas montrée économique, ni efficace au prédégazage d'un grand panneau. Il faut multiplier les sondages qui coûtent très cher. Il est cependant trop tôt pour porter un jugement définitif sur le procédé.

La prétéléinjection (fig. 36) et les sondages d'injection forés parallèlement à un front de taille à partir des voies de tête et de pied en exploitation rabattante semblent efficaces pour la lutte contre les poussières, la deuxième technique surtout (fig. 37). En ce qui concerne le grisou, le prédégazage assuré par ces techniques est peu important, mais l'humidification du charbon semble avoir pour effet de retarder ou de réduire la désorption en taille.

Dans certains bassins et pour certaines couches les très grands avancements peuvent causer des surprises agréables en réduisant la quantité de grisou en provenance des veines satellites. La figure 6, au début du rapport, montre quelques exemples de réduction importante du dégagement spécifique par augmentation de la production journalière.

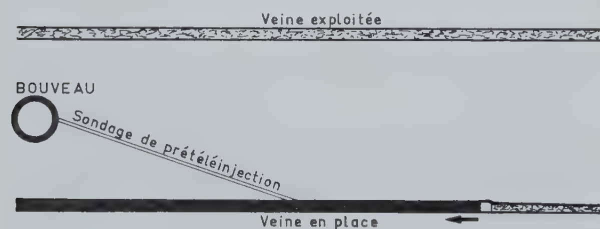


Fig. 36.

Sondage de prétéléinjection à partir d'un réseau de galeries existant.

Preteleïnjectieboring, vertrekkend van een bestaand galerijennet.

veine exploitée = ontgonnen laag
sondage de prétéléinjection = boring voor preteleïnjectieboring
bouveau = steengang
veine en place = onontgonnen laag

6) *Nouveaux schémas d'aérage*

Si on envisage à l'avenir des tailles de 2.000 et 3.000 tonnes par jour, la production de gros sièges de 8.000 à 10.000 t viendra de 4 à 6 chantiers seulement. Dans ce cas, le réseau de ventilation des mines sera considérablement simplifié et le contrôle et la surveillance en seront facilités.

Lors de l'étude du découpage du gisement, il faudra examiner la possibilité d'introduire de nouveaux schémas d'aérage, tels les schémas en Y et en H.

ginning in een onontgonnen paneel altijd door een hoge bijzondere mijngasuitstroming, die de gang ervan zou kunnen vertragen, kunnen worden getroffen.

Tot nog toe is de techniek van hydraulische splijting noch economisch noch doeltreffend gebleken voor de voorontgassing van een groot paneel. Men moet de boringen die zeer veel kosten, vermenigvuldigen. Toch is het te vroeg om een definitief oordeel over het procédé te vellen.

De preteleïnjectie (fig. 36) en de injectieboringen, die parallel met een pijlerfront vanaf de kop- en voetgalerijen in een terugwaartse ontginning worden geboord, lijken doeltreffend voor de strijd tegen het stof, vooral de tweede techniek (fig. 37). Wat het mijngas betreft is de voorontgassing, verzorgd door die technieken, weinig belangrijk, maar de bevochtiging van de steenkool schijnt het vertragen of het beperken van de desorptie in de pijler als weerslag te hebben.

In sommige bekkens en voor sommige lagen kan de zeer grote vooruitgang aangename verrassingen veroorzaken door de beperking van de hoeveelheid mijngas die van de satellietlagen voortkomt. Figuur 6, in het begin van het verslag, toont enkele voorbeelden van aanzienlijke beperking van de bijzondere uitstroming door verhoging van de dagelijkse produktie.

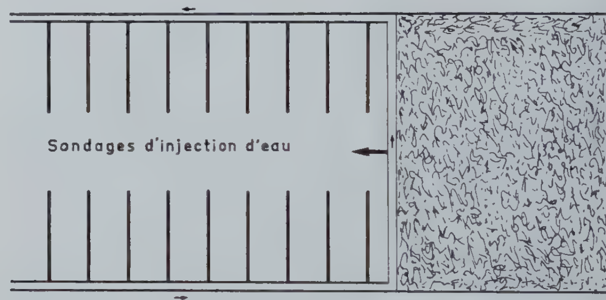


Fig. 37.

Injection d'eau en veine à partir des voies par trous de sonde parallèles au front de taille.

Waterinjectie in de laag vanaf de galerijen via parallelle boorgaten aan het pijlerfront.

sondages d'injection d'eau = waterinjectieboringen

6) *Nieuwe luchtverversingsschema's*

Als men voor de toekomst aan pijlers van 2.000 en 3.000 ton per dag denkt, dan zal de produktie van grote zetels van 8.000 tot 10.000 ton van slechts 4 tot 6 werkplaatsen komen. In dat geval zal het ventilatienet van de mijnen aanzienlijk worden vereenvoudigd en zullen de kontrole en de bewaking er worden vergemakkelijkt.

Tijdens de studie van de versnijding van de afzetting zal men de mogelijkheid dienen te onderzoeken nieuwe luchtverversingsschema's zoals de schema's in Y en in H, in te voeren.

Dans ces schémas, l'apport d'une importante quantité d'air frais à l'extrémité de la taille est favorable, non seulement au climat, mais aussi à la dilution du grisou.

Au point de vue de l'amélioration du climat en taille, l'aérage rabat-vent (homotropique) donne des résultats intéressants, et dans les tailles à aérage antitropique il faut développer l'emploi de refroidisseurs de taille. Là aussi des progrès sont encore à faire dans la construction de ces appareils.

Dans le cas des tailles rabattantes, si on conserve un accès du côté du point de départ de la taille, on peut essayer d'aspirer avec une forte dépression à travers les vieux travaux, comme cela se pratique aux Etats-Unis, pour éviter que le gaz en provenance des satellites ne pénètre dans l'atelier de travail (voir fig. 19 et 20).

Le nombre très réduit de chantiers sera aussi favorable à la mise en application de la régulation automatique de la ventilation, comme M. Patigny l'envisage. L'emploi de ventilateurs souterrains à pales réglables et de registres d'aérage commandés à distance, permettrait vraisemblablement beaucoup de souplesse dans la répartition de forts débits d'air exigés par les aérages en Y et en H.

7) *Captage du grisou sur mines abandonnées*

Enfin, le captage du grisou sur les mines abandonnées est à prendre sérieusement en considération quand les conditions s'y prêtent.

Les objectifs qui viennent d'être énoncés couvrent des domaines extrêmement vastes et nous souhaitons et insistons pour que la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier continue à apporter, comme par le passé, son appui efficace à des recherches qui sont vitales pour l'amélioration de la sécurité et de la productivité des mines de nos bassins. Le bilan de la dernière décennie est vraiment très positif à cet égard et je crois bien être votre interprète à tous en félicitant les chercheurs des brillants résultats qu'ils ont obtenus.

Des problèmes nouveaux se posent toujours parce que la structure des mines évolue continuellement, mais je suis convaincu que la collaboration féconde des exploitants, des organismes de recherche, des services de la Communauté et des constructeurs, permettra de les dominer et de les résoudre à la plus grande satisfaction de tous.

Bij die schema's is de aanvoer van een aanzienlijke hoeveelheid frisse lucht aan het uiteinde van de pijler niet alleen gunstig voor het klimaat maar ook voor de verdunning van het mijngas.

Vanuit het oogpunt van de verbetering van het klimaat in de pijler geeft de luchtverversing met dalende luchtstroom (homotropisch) interessante resultaten, en in de pijlers met anti-tropische luchtverversing moet men het gebruik van pijlerafkoelers uitbreiden. Ook daar dient bij de bouw van die toestellen nog vooruitgang te worden gemaakt.

Indien men in het geval van de terugwaartse pijlers een toegang behoudt aan de zijde van het vertrekpunt van de pijler, kan men proberen aan te zuigen met een sterke onderdruk doorheen de oude werkplaatsen, zoals dit gebeurt in de Verenigde Staten, om te vermijden dat het gas, dat van de satellietlagen voortkomt, in de werkplaats dringt (zie fig. 19 en 20).

Het zeer beperkt aantal werkplaatsen zal ook gunstig zijn voor de toepassing van de automatische regeling van de ventilatie, zoals de Heer Patigny het zich voorstelt. Het gebruik van ondergrondse ventilatoren met regelbare schoepen en van de van op afstand bediende ventilatieschuiven zou waarschijnlijk veel soepelheid in de verdeling van sterke luchtdebieten, vereist door de luchtverversingen in Y en in H, mogelijk maken.

7) *Afzuiging van het mijngas uit verlaten mijnen*

Tenslotte dient de afzuiging van het mijngas uit de verlaten mijnen, wanneer de omstandigheden zich ertoe lenen, ernstig in overweging te worden genomen.

De doeleinden die hier aangeduid werden, bestrijken uiterst uitgestrekte domeinen en wij wensen en dringen erop aan dat de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal voortgaat zoals in het verleden, met zijn doeltreffende steun te verlenen aan het onderzoek dat van levensbelang is voor de verbetering van de veiligheid en van de produktiviteit van de mijnen van onze bekkens. De balans van het laatste decennium is werkelijk zeer positief dienaangaande en ik geloof wel de tolk van allen te zijn wanneer ik de vorsers gelukwens met de schitterende resultaten die zij hebben geboekt.

Er stellen zich altijd nieuwe problemen omdat de struktuur van de mijnen voortdurend evolueert, maar ik ben ervan overtuigd dat de vruchtbare samenwerking tussen de uitbaters, de onderzoekingsorganismen, de diensten van de Gemeenschap en de constructeurs het zal mogelijk maken ze te beheersen en ze tot de grootste voldoening van allen op te lossen.

BIBLIOGRAPHIE

Communications présentées aux Journées d'Information sur la « Maîtrise du dégagement grisouteux — Amélioration du climat », organisées par la Commission des Communautés Européennes, les 24 et 25 février 1971, à Luxembourg.

1. **H. HARNISCH.**
   La concentration de la production et les conséquences dans les domaines de la maîtrise du dégagement grisouteux et du climat minier.
2. **K. PAUL.**
   Mesures de pression et de concentration de gaz dans les couches de charbon (méthode indirecte).
3. **J. BELIN.**
   Mesure de la concentration en gaz des couches de charbon (méthode directe).
4. **G. BRANDL.**
   Relations entre le dégagement de grisou et les conditions de gisement dans le bassin de la Sarre.
5. **G. KNEUPER.**
   Facteurs influençant le dégagement de grisou lors de l'exploitation dans le gisement sarrois.
6. **B. BRUYET.**
   Irrégularité du dégagement de grisou dans le temps et son incidence sur les prévisions d'aérage.
7. **R. VANDELOISE.**
   Anomalies de la teneur en grisou dans le retour d'air des chantiers.
8. **L. REMILLIEUX.**
   Essai d'élimination des hétérogénéités de teneur en CH_4 en tête de taille rabattante foudroyée.
9. **J.G. FIRTH et P.B. WHARTON.**
   Problèmes posés par les dégagements de grisou dans les tailles d'avancement rapide à fort rendement.
10. **G. TSCHERSICH et K. PAUL.**
    Dégagement de grisou dans les silos à charbon souterrains.
11. **K. NOACK.**
    Etude de la zone de dégagement de gaz autour des chantiers.
12. **J.J. LIABEUF.**
    La prévision du dégagement de grisou dans les tailles en plateures. Résultats acquis en France avec la méthode Cerchar.
13. **R. VANDELOISE.**
    Les méthodes de prévision des dégagements grisouteux spécifiques appliquées aux tailles en plateures des bassins belges.
14. **H. KAFFANKE.**
    Expériences pratiques de prévision du dégagement grisouteux dans le bassin de la Ruhr.
15. **B. BRUYET.**
    Prévision et élimination des accumulations de grisou dans les traçages en cas d'arrêt de la ventilation secondaire.
16. **B. BRUYET et J.J. LIABEUF.**
    Etude de la circulation du grisou dans le mur des tailles en plateures : Application au captage.

BIBLIOGRAFIE

Uiteenzettingen, gehouden op de Informatiedagen over de « Berheersing van de mijngasuitstroming — Verbetering van het klimaat », georganiseerd door de Comissie der Europese Gemeenschappen, op 24 en 25 februari 1971 te Luxemburg.

1. **H. HARNISCH**
   De concentratie van de produktie en de gevolgen in de domeinen van de beheersing van de mijngasuitstroming en van het mijnklimaat.
2. **K. PAUL**
   Druk- en gasconcentratiemetingen in de steenkolenlagen (onrechtstreekse methode).
3. **J. BELIN**
   Meting van de gasconcentratie in de steenkolenlagen (rechtstreekse methode).
4. **G. BRANDL**
   Verband tussen de mijngasuitstroming en de afzettingsomstandigheden in het bekken van de Saar.
5. **G. KNEUPER**
   Faktoren die de mijngasuitstroming tijdens de ontginning in de afzetting van de Saar beïnvloeden.
6. **B. BRUYET**
   Onregelmatigheid van de mijngasuitstroming in de tijd en de terugslag ervan op de luchtverversingsvooruitzichten.
7. **R. VANDELOISE**
   Anomalieën van het mijngasgehalte in de luchtkeer van de werkplaatsen.
8. **L. REMILLIEUX.**
   Proef tot uitschakeling van de heterogeniteit van CH_4 — gehalte in de kop van de terugwaartse breukpijler.
9. **J.G. FIRTH en P.B. WHARTON**
   Problemen, gesteld door de mijngasuitstroming in de pijlers met snelle vooruitgang voor hoog rendement.
10. **G. TSCHERSICH en K. PAUL**
    Mijngasuitstroming in de ondergrondse kolenbunkers.
11. **K. NOACK**
    Studie van de gasuitstromingszone rond de werkplaatsen.
12. **J.J. LIABEUF**
    Het vooraf bepalen van de mijngasuitstroming in de pijlers in de vlakke lagen. Uitslagen die in Frankrijk met de Cerchar-methode worden bekomen.
13. **R. VANDELOISE**
    De methodes van voorafbepaling van de bijzondere mijngasuitstromingen, die op de pijlers in de vlakke lagen van de Belgische bekkens worden toegepast.
14. **H. KAFFANKE**
    Praktische proeven van vooraf bepalen van de mijngasuitstroming in het bekken van de Ruhr.
15. **B. BRUYET**
    Vooraf bepalen en uitschakelen van de mijngasophopingen in de galerijen in geval van stilstand van de hulpventilatie.
16. **B. BRUYET en J.J. LIABEUF**
    Studie van de circulatie van het mijngas in de vloer van de pijlers in de vlakke lagen : toepassing op de afzuiging.

17. **G. BORDONNE.**
Progrès dans le captage du grisou aux Houillères de Lorraine.

18. **R. MÜLLER.**
Fracturation hydraulique des terrains houillers à la mine Luisenthal.

19. **J. JOSSE.**
Le captage du méthane sur puits abandonnés.

20. **R.A. SWIFT et I.H. MORRIS.**
Lutte contre les dégagements instantanés de grisou du mur des veines de charbon.

21. **M. BOUTONNAT, C. FROGER, C. GAGNIERE et A. MONOMAKHOFF.**
Appareils de surveillance de l'aérage et du captage d'une mine grisouteuse.

22. **H. EICKER.**
Dispositifs de contrôle du dégagement grisouteux.

23. **J. PATIGNY.**
Une nouvelle technique d'étude et de régulation de la ventilation minière.

24. **G. MUECKE.**
Climatisation des tailles mécanisées dans les mines chaudes.

25. **J. VOSS.**
La prévision du climat dans les chantiers.

26. **P. WEUTHEN.**
Le perfectionnement des refroidisseurs d'air de taille.

27. **B. HUECKEL.**
La prévision de la température des roches à plus grande profondeur dans le gisement sarrois.

* * *

28. Le grisou et les moyens de le combattre.
Ière Journée d'Information organisée par la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier. Luxembourg, 12 juin 1963.
Annales des Mines de Belgique. 1963, octobre, pp. 1043/1121.

29. **W. MAAS.**
Grisou et aérage.
Ière Journée d'Information sur le Grisou.
Annales des Mines de Belgique. 1963, octobre, pp. 1064/1075.

30. Le grisou et les moyens de le combattre.
2ème Journée d'Information organisée par la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier. Luxembourg, 10 février 1967.
Annales des Mines de Belgique. 1967, février, pp. 119/228.

31. **K. PAUL.**
Mesure de la concentration en gaz du charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines.
Annales des Mines de Belgique. 1967, février, pp. 134/148.

32. **R. VANDELOISE.**
Moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation.
Annales des Mines de Belgique. 1967, février, pp. 163/195.

17. **G. BORDONNE**
Vooruitgang in het afzuigen van het mijngas in de « Houillères de Lorraine ».

18. **R. MÜLLER**
Hydraulische splijting van de kolengesteenten bij de mijn Luisenthal.

19. **J. JOSSE**
Het afzuigen van het metaan uit verlaten schachten.

20. **R.A. SWIFT en I.H. MORRIS**
Strijd tegen de mijngasdoorbraken van de vloer van de steenkoollagen.

21. **M. BOUTONNAT, C. FROGER, C. GAGNIERE en A. MONOMAKHOFF**
Bewakingstoestellen voor de luchtverversing en voor het afzuigen van een mijngasachtige mijn.

22. **H. EICKER**
Kontroletoestellen voor de mijngasuitstroming.

23. **J. PATIGNY**
Een nieuwe studie- en regeltechniek van de mijnventilatie.

24. **G. MUECKE**
Klimatisering van de gemechaniseerde pijlers in de warme mijnen.

25. **J. VOSS**
Het vooraf bepalen van het klimaat in de werkplaatsen.

26. **P. WEUTHEN**
Het perfektioneren van de pijlerluchtkoelers.

27. **B. HUECKEL**
Het vooraf bepalen van de temperatuur van de gesteenten op grotere diepten in de afzetting van de Saar.

* * *

28. Het mijngas en de bestrijdingsmiddelen.
Eerste Informatiedag, georganiseerd door de Hoge Autoriteit van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal. Luxemburg, 12 juni 1963.
Annalen der Mijnen van België. 1963, oktober, pp. 1043/1121.

29. **W. MAAS**
Mijngas en luchtverversing.
Eerste Informatiedag over het mijngas.
Annalen der Mijnen van België. 1963, oktober, pp. 1064/1075.

30. Het mijngas en de bestrijdingsmiddelen.
Tweede Informatiedag, georganiseerd door de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal. Luxemburg, 10 februari 1967.
Annalen der Mijnen van België. 1967, februari, pp. 119/228.

31. **K. PAUL**
De bepaling van de gasinhoud en het vrijkomend gedeelte van de gasinhoud in steenkolenmijnen.
Annalen der Mijnen van België. 1967, februari, pp. 134/148.

32. **R. VANDELOISE**
Bestrijdingsmiddelen tegen het mijngas in de ontginningswerkplaatsen.
Annalen der Mijnen van België. 1967, februari, pp. 166/200.

33. K. NOACK.
Zur Frage des Ausgasungsraumes um Abbaubetriebe in flacher oder mässig geneigter Lagerung des Ruhrkarbons.
Thèse présentée à la Faculté d'Exploitation des Mines et Métallurgie de la « Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen ».

34. J. STUFFKEN.
Een berekeningsmethode voor de mijngasafgifte van steenkoollagen.
Geologie en Mijnbouw. 1958, juin, pp. 223/232.

35. Recherche charbonnière : Application à la technique minière — Base pour nouveaux produits.
Journées d'Information organisées par la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier. Luxembourg, 8 et 9 décembre 1970.

33. K. NOACK
Zur Frage der Ausgasungsraumes um Abbaubetriebe im flacher oder mässig geneigter Lagerung der Ruhrkarbons.
Thesis, voorgedragen aan de Fakulteit voor Mijnbouw en Metallurgie van de « Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen ».

34. J. STUFFKEN
Een berekeningsmethode voor de mijngasafgifte van steenkoollagen.
Geologie en Mijnbouw. 1958, juni, pp. 223/232.

35. Kolenonderzoek : toepassing op de mijntechniek — basis voor nieuwe produkten.
Informatiedagen, georganiseerd door de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal. Luxemburg, 8 en 9 december 1970.

Le captage de méthane sur puits abandonnés

Het opvangen van methaan in verlaten schachten

J. JOSSE *

RESUME

A l'arrêt de l'exploitation des Houillères de Fontaine-l'Evêque en 1964, il fut décidé de procéder à une tentative de captage du méthane sur puits abandonnés.

Cette technique a donné des résultats intéressants et est maintenant appliquée ou en voie d'application dans quatre autres houillères arrêtées qui se prêtent bien à la même expérience.

Pour la seule société de Fontaine-l'Evêque, on est passé de 4.700.000 Nm³ extraits en 1965 à 27.000.000 en 1969 avec un prix de revient nettement moindre que la moitié du prix frontière payé aux producteurs hollandais de gaz naturel.

Les revenus permettent de couvrir les frais d'exploitation, les charges importantes de l'ancienne houillère et laissent un solde bénéficiaire.

Actuellement, nous achetons à la Hollande 3 milliards de m³ de gaz industriel par année, alors que notre potentiel des prochains mois à venir ne dépassera pas 80 millions de m³/année, soit 2,7% des achats. La mise en activité d'autres sites favorables à l'extraction et l'application de la méthode dite du fracking laissent espérer des résultats nettement meilleurs.

Ajoutons que le méthane ne contient pas d'hydrocarbures lourds et que son utilisation dans des moteurs à gaz diminuerait la pollution de l'atmosphère.

SAMENVATTING

Toen de Houillères de Fontaine-l'Evêque in 1964 besloten hun exploitatie stop te zetten, werd beslist een poging te ondernemen om het methaan uit de gesloten schachten op te vangen.

Deze techniek heeft positieve resultaten opgeleverd en wordt nu toegepast of zal binnenkort toegepast worden in vier andere stilgelegde kolenmijnen die zich goed lenen tot hetzelfde experiment.

Alleen in de maatschappij van Fontaine-l'Evêque is men gestegen van 4.700.000 Nm³ in 1965 tot 27.000.000 Nm³ in 1969 tegen een prijs die merkelijk lager ligt dan de helft van de prijs die men aan de grens betaalt aan de voortbrengers van het Nederlandse aardgas.

De inkomsten zijn voldoende om de exploitatiekosten te dekken, benevens de omvangrijke lasten van de vroegere kolenmijn, en om dan nog een batig saldo op te leveren.

Momenteel kopen wij in Nederland 3 miljard m³ industrieel gas per jaar, terwijl wij in de komende maanden niet meer zullen kunnen produceren dan 80 miljoen m³/jaar, hetzij 2,7 % van hetgeen gekocht wordt. Het in bedrijf nemen van andere afzettingen die zich lenen tot de extractie en het aanwenden van de zogenaamde fracking-techniek laten merkelijk betere resultaten verhopen.

Wij voegen eraan toe dat het methaan geen zware koolwaterstoffen bevat en dat het gebruik ervan in gasmotoren de luchtverontreiniging zou beperken.

* Ingénieur Principal Divisionnaire des Mines.
Administration des Mines, B-7000 Charleroi.

INHALTSANGABE

Seit 6 Jahren ist in dem Gebiet von Charleroi ein Versuch zum Absaugen von Grubengas aus aufgelassenen Grubenbauen im Gange.

Die erzielten Ergebnisse sind ermutigend und zeigen, dass die Gewinnung von CH_4 aus einer schlagwetterführenden Lagerstätte ein ergiebiges Verfahren ist.

Die während dieses Versuchs gewonnenen Mengen erreichen derzeit hundert Millionen m^3 bei 0° und 760 mm Hg mit einem Heizwert von 8.500 Kalorien.

- *Die Installierung einer Absauganlage setzt eine vorherige Untersuchung über Art und Eigenschaften der Kohle, Grösse der Lagerstätte, Umfang des bergmännisch geschaffenen Hohlraums, der Wasserwältigung usw. voraus.*
- *Der Bau der Dämme hat mit grosser Sorgfalt zu erfolgen. Ihre Plätze sind so auszuwählen, dass eine vollkommene Abdichtung zum Gebirge erreicht, die Untersuchung und Ueberwachung der oberen Teile der Baue ermöglicht und gegebenenfalls die Wasserwältigung ganz oder teilweise unterbunden wird.*
- *Die Gasabsaugpunkte dürfen nicht willkürlich gewählt werden.*
- *Die alten Druckluftleitungen können nach einigen wenig kostspieligen Veränderungen sehr gut zur Extraktion des Gases verwendet werden.*
- *Derzeit sind vier Bergbaugesellschaften in der Nähe der vorher erwähnten Gesellschaft im Begriff sich für das Absaugen auszurüsten.*
- *Die regeneration des Gebirges durch Setzen des Gesteins in den benachbarten unverritzten Teilen der Abbaufelder wird untersucht und die Möglichkeit geprüft, das Gas an abbaufernen Stellen abzusaugen.*

SUMMARY

For the last six years trials of gas drainage from abandoned pits have been carried out in the Charleroi region.

The results aren encouraging and prove that the extraction of CH_4 from a gassy deposit constitue an economical operation.

The quantities extracted during this trial have at present reached the level of one hundred million m^3 at 0° and 760 mm of Hg with a calorific value of 8,500 calories.

- *The installation of a drainage station requires a preliminary study which must cover the nature and the characteristics of the coal, the density of the deposit, the scale of the geometric cavity which exists, the water drainage, etc.*
- *The determination of pinch-outs is a delicate operation. The sites must be carefully chosen, in order to achieve complete isolation from the solid, to allow of working and the proper oversight of the upper section of the shaft, and, if appropriate, must eliminate all or part of the water drainage operation.*
- *The various gas aspiration points must not be selected arbitrarily.*
- *Existing compression equipment can be used for extraction without any difficulty, provided certain inexpensive modifications are carried out.*
- *At the present moment, four mining companies (which are adjacent to the first-mentioned), are installing gas-drainage equipment.*
- *Regeneration of the solid, by suitable breaking-up of the rock in the virgin zones near the worked areas, is being investigated and studies are also being made of the possibility of extracting the gas in regions a long way from any working.*

C'est aux Charbonnages de Fontaine-l'Evêque que fut appliquée en premier lieu la technique de captage de méthane sur puits abandonnés.

Dès avant la fermeture, il a paru intéressant de continuer les captages, notamment sur les sondages creusés en vue de l'épuration des quartiers en exploitation car ceux-ci, vu le caractère spécialement grisouteux de la mine, débitaient en abondance.

Après démantèlement, il était prévu de constituer un vaste réservoir souterrain de stockage de gaz divers, mais l'évolution des idées amena la

De techniek van het opvangen van methaan in verlaten schachten werd voor de eerste keer toegepast in de Charbonnages de Fontaine-l'Evêque.

Nog voor de sluiting bleek het lonend het afzuigen voort te zetten en wel uit de boorgaten die met het oog op de sanering van de ontginningswerkplaatsen waren gemaakt, want gezien het bijzonder mijngasachtig karakter van de mijn bleven deze overvloedig geven.

Het plan bestond om na de ontmanteling een groot ondergronds reservoir aan te leggen voor het opslaan van allerhande gassen, maar de direc-

Direction à continuer l'extraction de méthane après le scellement des puits.

Ces idées étaient basées, d'une part, sur les travaux de recherches de M. le Docteur en Sciences L. Coppens de l'Institut National des Mines à Pâturages, lequel avait déterminé que certaines houilles et les schistes houillers peuvent fixer respectivement 20 et 0,1 Nm^3 de CH_4 à la tonne; d'autre part, on connaissait les quantités de charbon et de schistes extraites pendant la vie de la société et, en appliquant les normes fixées par M. Coppens, on avait calculé que le nombre de Nm^3 de CH_4 dégagés par les travaux d'abattage devaient être de l'ordre de 820 millions de m^3. Or, les différents régimes de ventilation pendant les quatre-vingts années de l'exploitation étaient connus et l'on avait pu déterminer que la quantité de méthane rejetée à l'atmosphère avait été de 3 milliards de m^3 au total, ce qui signifie que la désorption du massif pendant ces huit décennies a été supérieure à 2 milliards de Nm^3, quantité considérablement plus importante que le dégagement dû à l'abattage.

Nous avions informé des techniciens du projet en cours et certains d'entre eux étaient d'avis que les chances de succès dans le temps étaient très limitées. Ils basaient notamment leur argumentation sur le régime de vie des sondages de dégazage en chantiers. Cette vie, on le sait, ne dépasse pas habituellement 7 à 8 mois, mais nous sommes persuadés qu'elle serait moins éphémère s'il était possible, d'une part, d'assurer une étanchéité totale du drain et surtout de la conserver au fil du temps, d'autre part, d'appliquer à l'orifice des dépressions considérables atteignant ou dépassant 1/2 kg par cm^2. L'expérience de Fontaine-l'Evêque administre d'ailleurs la preuve que les sondages de dégazage peuvent, dans certains cas, avoir une vie utile de plus de six ans.

A la lumière des considérations ci-avant, il a donc paru intéressant d'examiner les procédés capables de soutirer le gaz des anciens travaux de la mine après la fermeture des puits. Ce gaz existe en quantités considérables et, se basant toujours sur les travaux de Coppens, on estime qu'il subsiste dans les parties non exploitées de cette petite concession quelque 25 milliards de m^3 de méthane à haut pouvoir calorifique qu'il serait hautement souhaitable de récupérer en tout ou en partie.

Avant de s'engager plus avant, il fallait encore procéder à une étude approfondie du site et, à la vérité, il est plus favorable que bon nombre d'autres que nous avons examinés. En effet :

1) Les puits sont particulièrement secs et l'exhaure est de 35.700 m^3 d'eau/année seu-

tie veranderde inmiddels van gedacht en besloot na het sluiten van de schachten voort te gaan met het afzuigen van methaan.

Enerzijds was deze idee gebaseerd op de onderzoekingen van dhr. Coppens, doctor in de wetenschappen bij het Nationaal Mijninstituut te Pâturages, die uitgemaakt had dat sommige kolen en kolenschiefers respectievelijk 20 en 0,1 Nm^3 CH_4 per ton kunnen vasthouden; anderzijds wist men hoeveel tonnen kolen en schiefer er tijdens het bestaan van de mijn waren opgehaald en had men op grond van de door dhr. Coppens opgestelde normen berekend dat de ontginningswerken een aantal Nm^3 CH_4 moesten vrijgemaakt hebben van de grootteorde van 820 miljoen m^3. Welnu, men kent voor de tachtig jaar dat de ontginning geduurd heeft de verschillende luchtverversingsregimes en men heeft kunnen vaststellen dat in totaal 3 miljard m^3 methaan in de atmosfeer werden geloosd; dit betekent dat het massief gedurende deze tachtig jaar meer dan 2 miljard Nm^3 heeft vrijgegeven, een hoeveelheid die heel wat hoger liggen dan hetgeen werd vrijgemaakt door de winning.

Wij hebben deskundigen ingelicht omtrent de bestaande plannen en sommigen meenden dat de kansen op welslagen op termijn zeer klein waren. Zij steunden daarbij op de levensduur van ontgassingsboorgaten in werkplaatsen. Gewoonlijk duren deze boorgaten zoals men weet niet langer dan 7 tot 8 maanden, maar wij zijn er zeker van dat ze langer zouden duren indien men een volledig dichte stop kon maken en hem dicht houden en anderzijds aan de opening een sterke onderdruk kon aanleggen, gaande tot 1/2 kg/cm^2 of meer. De ondervinding van Fontaine-l'Evêque bewijst ten andere dat ontgassingsboringen in sommige gevallen langer dan zes jaar actief kunnen blijven.

In verband met wat voorafgaat bleek het dus de moeite waard om te onderzoeken volgens welke procédés het gas uit de oude werken van de mijn kon gezogen worden na het sluiten van de schachten. Het gas is in aanzienlijke hoeveelheden aanwezig en op grond van het werk van Coppens schat men dat er in de niet ontgonnen gedeelten van deze kleine concessie zowat 25 miljard m^3 methaan met hoge verbrandingswarmte zitten waarvan het zeer wenselijk was dat ze geheel of gedeeltelijk konden gerecupereerd worden.

Voor men op die weg verder ging moest men nog een grondige studie wijden aan de toestand van de zetel, die om de waarheid te zeggen beter was dan in vele andere gevallen die wij onderzocht hebben. Immers :

1) De schachten zijn bijzonder droog en per jaar

lement, ce qui donne la certitude que les anciens travaux ne seront pas immergés avant longtemps. Nous verrons que, moyennant certaines précautions, il est possible dans certains cas de préserver les travaux du fond de l'envahissement par les eaux.

2) Les terrains de recouvrement du Houiller sont constitués à l'est de calcaire viséen dont l'épaisseur est parfois considérable. La face supérieure est raboteuse, les têtes de roche affleurent par endroits mais, le plus souvent, elles sont masquées par un manteau de 1 à 10 m de limons quaternaires.
Sous l'effet de l'action dissolvante des eaux, il s'est développé dans le calcaire un réseau complexe de chenaux dans lesquels courent des filets d'eau parfois abondants. Les effondrements en surface sont fréquents. Le gisement hydrostatique est important et une résurgence à flanc de carrière, à la cote d'environ — 50 m par rapport au plateau, débite 2.500 m^3 d'eau par jour; à l'ouest, ces terrains de recouvrement sont des sables et des argiles yprésiennes d'une épaisseur variable qui, à certains endroits, ne dépasse pas quelques mètres. En aucun endroit de la concession, le Houiller n'affleure et une nappe phréatique dans les sables, une autre dans les calcaires assurent une couverture étanche au-dessus des anciennes exploitations.

3) Ajoutons qu'une forte poussée post-carbonifère de sud à nord (faille du Midi) a laminé et disloqué ce qui a dû être un beau gisement houiller. Seuls les lambeaux nord ont été exploités d'ailleurs dans des conditions difficiles, et ils présentent la caractéristique d'avoir une aptitude marquée aux dégagements instantanés.
Une exploitation avait cependant été tentée dans la partie extrême sud de la concession (siège de Hourpes). Aucun chantier n'avait été déhouillé sur plus de quelques ares, à la suite d'un abondant dégagement naturel de grisou et de dégagements instantanés d'une virulence rarement atteinte.

Ces constatations pratiques prouvent, s'il en était besoin, que le sous-sol de la concession recèle des quantités impressionnantes de méthane.

C'est pour toutes ces raisons que les mesures suivantes ont été prises :

— Le démantèlement des galeries a été accompagné de l'édification de serrements en divers endroits en vue de diviser les travaux souterrains en plusieurs quartiers, ceci afin d'emmagasiner déjà le gaz désorbé du massif avant le scellement des puits. Des canalisations tra-

wordt slechts 35.700 m^3 water opgepompt, zodat men er zeker van is dat de oude werken niet vlug zullen onderlopen. Wij zullen zien dat het mogelijk is, mits bepaalde voorzorgen te nemen, de ondergrondse werken voor overstroming te vrijwaren.

2) De dekgrond bestaat in het oosten uit kalksteen van het Viseaan die vaak zeer dik is; de bovenkant is oneffen, rotskoppen steken op sommige plaatsen uit maar over het algemeen zijn ze bedekt met een laag leem van 1 tot 10 m.
Door de oplossende werking van het water is in de kalksteen een uitgebreid net van kanalen ontstaan waardoor water loopt, vaak in grote hoeveelheden. Er zijn veel instortingen op de bovengrond. Er is een belangrijke ondergrondse watervoorraad en een bron in de wand van een groeve, op het peil van ongeveer — 50 m, ten opzichte van de vlakte, geeft een debiet van 2500 m^3 per dag; in het westen bestaat de dekgrond uit zand en klei van het Iperiaan met een veranderlijke dikte die op sommige plaatsen niet meer bedraagt dan enkele meters.
In geen enkel punt van de concessie heeft het kolengebergte dagzomen en de freatische waterlaag in het zand enerzijds, en in de kalksteen anderzijds vormen boven de oude ontginningswerken een dichte bedekking.

3) Wij voegen hier nog aan toe dat een sterke drukking na het carboon datgene wat voordien een goede afzetting was, van zuid naar noord heeft gewalst en dooreengeschud (faille du Midi). Alleen de noordelijke brokken werden ontgonnen en dan nog in moeilijke omstandigheden, en zij worden gekenmerkt door een uitgesproken neiging tot mijngasuitbarstingen.
Niettemin werd een ontginning aangevat in de meest zuidelijke streek van de concessie (zetel van Hourpes). In geen enkele pijler werd meer dan enkele aren ontgonnen, wegens de omvang van de natuurlijke mijngasuitwasemingen en de mijngasdoorbraken die er met een zeldzaam geweld optraden.

Deze praktische vaststellingen tonen aan voor zover dit nog nodig is, dat de ondergrond van de concessie indrukwekkende hoeveelheden mijngas bevat.

Om al deze redenen werden volgende maatregelen genomen :

— Bij het ontmantelen van de galerijen werden op verschillende punten dammen opgericht die de ondergrond in afdelingen verdelen, en dit met het doel het gas reeds voor het sluiten van de schachten op te hopen. Doorheen deze afdammingen steken buizen die tot op

versent ces barrages et sont raccordées à la surface. C'est ainsi que du gaz à haut pouvoir calorifique a pu être extrait de l'un ou l'autre de ces quartiers dès avant le scellement des puits (fig. 1).

— Les dalles de fermeture des puits ont été édifiées en novembre 1964 à — 2,50 m et à — 15 m par rapport aux orifices. Ces dalles en béton, de 0,50 m d'épaisseur, ancrées aux parois, sont assises sur un solide tablier métallique qui les renforce et dans lequel des ouver-

de bovengrond komen. Zodoende heeft men reeds gas met een hoge verbrandingswarmte kunnen capteren voordat de schachten afgesloten werden (fig. 1).

— De sluitvloeren werden in de schachten aangebracht in november 1964 op — 2,50 m en — 15 m ten opzichte van de mond. Deze betonnen vloeren zijn 0,50 m dik, vastgeankerd in de wanden, en ondersteund met behulp van een stevige metalen vloer die tot

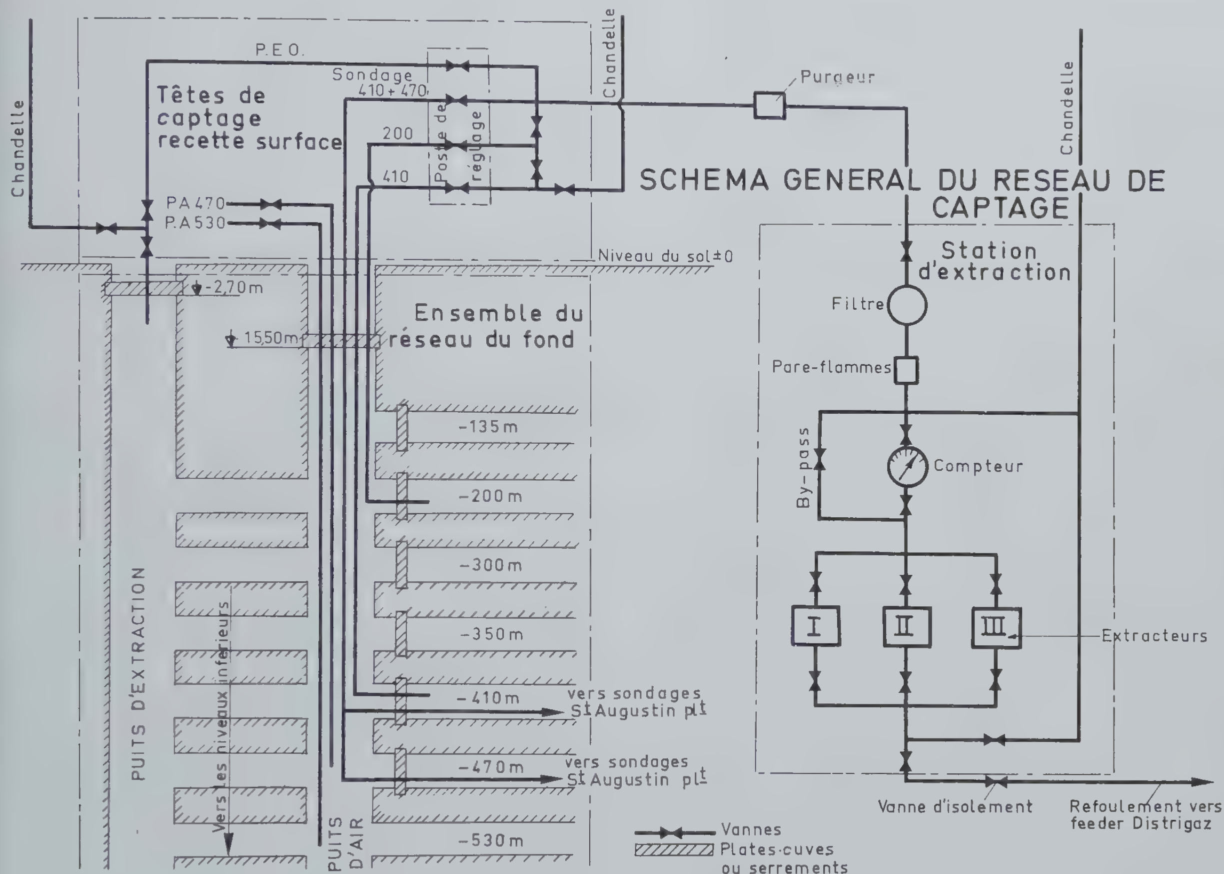


Fig. 1.

Schéma général du réseau de captage.
Algemeen schema van het afzuignet.

Chandelle : afblaaspijp
Têtes de captage recette surface : afzuigkoppen losvloer bovengrond
Sondage : boring
Poste de réglage : regelingspost
Purgeur : spuikraan
Niveau du sol : peil van de bovengrond
Ensemble du réseau du fond : geheel van het ondergronds net
Puits d'extraction : ophaalschacht
Vers les niveaux inférieurs : naar de lagere verdiepingen
Puits d'air : luchtkeerschacht
Vers sondages... : naar boringen...
Station d'extraction : afzuigstation
Filtre : filter
Pare-flamme : vlamgrendel
Compteur : teller
By-pass : by-pass
Extracteur : extractor
Vanne d'isolement : afsluitkraan
Refoulement vers... : persleiding naar feeder Distrigaz.

tures sont pratiquées pour les canalisations de captage de gaz (fig. 2).

— Malheureusement, il a été impossible de faire plonger une canalisation jusqu'au niveau inférieur des travaux à environ —900 m car des

versterking dient en waarin openingen gelaten zijn waar de gasleidingen doorlopen (fig. 2).

— Spijtig genoeg was het niet mogelijk een leiding te laten zakken tot op het onderste peil van de werken op zowat — 900 m omdat er

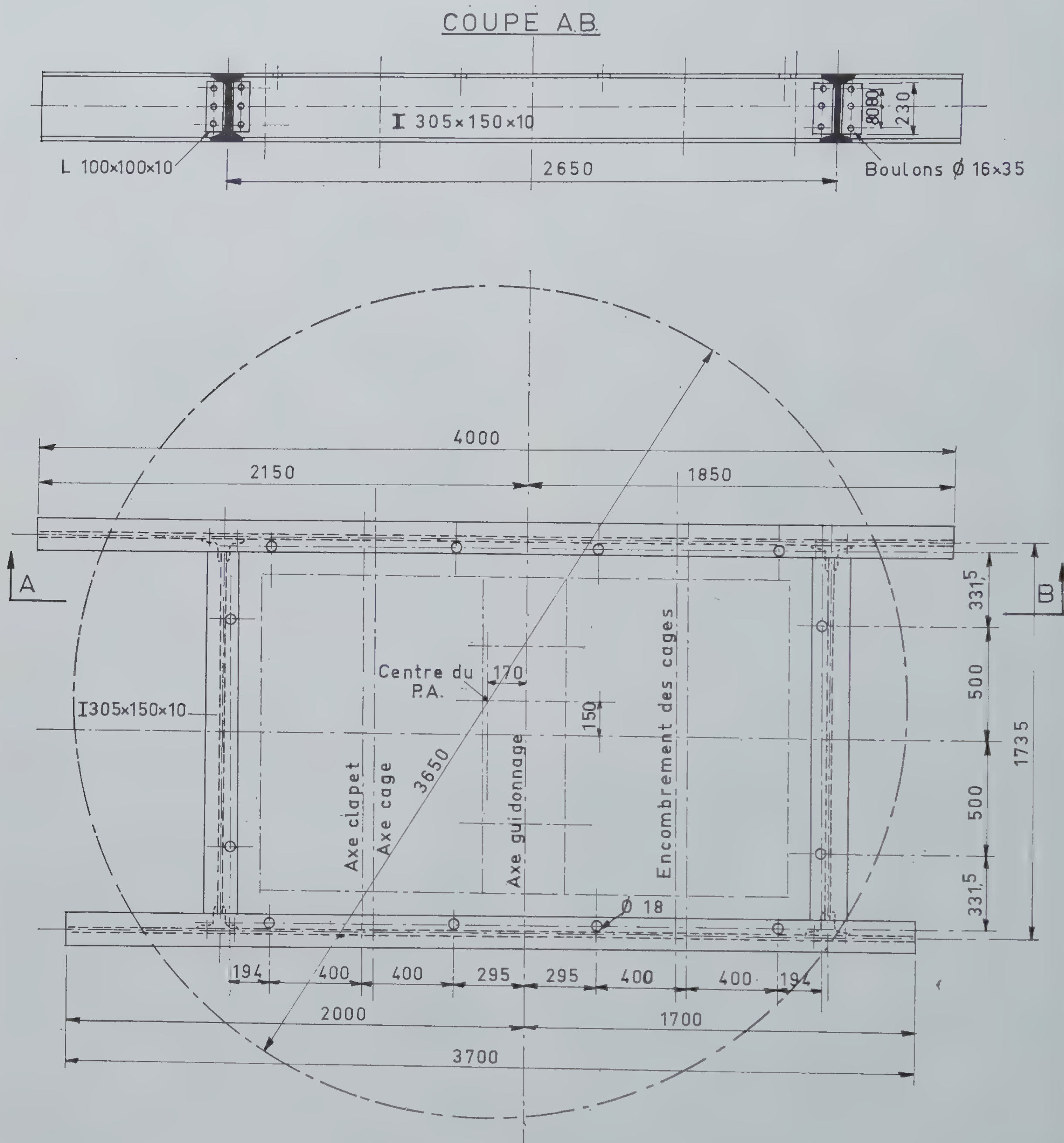


Fig. 2.

T.M.M. Charbonnages de Fontaine-l'Evêque. Carrures et clapets d'étanchéité du P.A. — niveau : — 15,50 m.

Charbonnages de Fontaine-l'Evêque. Uitbouw en afsluitluiken van de luchtkeerschacht. — peil : — 15,50 m.

Coupe AB : doorsnede AB
Boulons : bouten
Centre... : middelpunt van de LS
Axe clapet : as luik
Axe cage : as kooi
Axe guidonnage : as geleidingen
Encombrement des cages : omvang van de kooien.

plates-cuves avaient été construites antérieurement, immédiatement sous le niveau de 530 m qui était devenu le dernier niveau d'extraction avant la fermeture. Cette circonstance est la cause de certaines déficiences du massif expérimenté et il est dommage qu'une telle canalisation n'ait pas pu être installée.

En effet, de nombreuses analyses pratiquées à divers niveaux ont montré que les gaz inertes N_2 et CO_2 s'accumulent aux points bas, appauvrissent le gaz extrait et, malheureusement, réduisent fortement les phénomènes de désorption aux étages inférieurs. La pose de cette canalisation eut permis par pompage séparé de se débarrasser de la plus grande partie de ces gaz nuisibles; les diverses installations équipées depuis tiennent compte de ce fait et ont une canalisation profonde.

— L'équipement de surface comportait à l'origine trois extracteurs Winterthur de 1.300 m^3 par heure de capacité chacun, mais ils présentaient le handicap d'avoir un taux de compression inférieur à 3. Ces machines ont été remplacées par après par les anciens compresseurs de la mine qui ont facilement été adaptés en extracteurs à gaz par modification des bourrages des cylindres (bourrages Liard).

L'extraction s'est faite d'abord avec un seul extracteur qui tirait principalement sur la canalisation raccordée aux sondages de captage et à celle qui aspirait le gaz immédiatement sous les plates-cuves, car ce mélange avait dès l'origine un pouvoir calorifique voisin de 7.900 calories et pouvait être immédiatement valorisé. Pendant ce temps, les autres secteurs de la mine, à plus faible teneur en méthane, s'enrichissaient progressivement et le débit extrait a pu ainsi être augmenté par la mise en service du deuxième, puis du troisième extracteur au fur et à mesure de l'enrichissement en méthane des secteurs pauvres.

Nous avons pu constater que, quinze jours à un mois après le scellement des puits, l'oxygène emprisonné dans l'enceinte ainsi formée s'était totalement combiné pour former du bioxyde de carbone (fig. 3).

La teneur en CH_4 a augmenté graduellement, tandis que la teneur en azote diminuait d'autant.

Le CO_2, 1,5 fois plus lourd que l'air et presque 3 fois plus lourd que le CH_4, s'est accumulé au fond de la mine.

La figure 4 indique l'amélioration de la teneur en CH_4 au fil des années 1964 à 1969.

Au cours de ces années pendant lesquelles les débits extraits ont progressé de 4.700.000 Nm3 en

vroeger vloeren gebouwd werden onder het peil van 530 m dat de laatste extractieverdieping geweest is voor de sluiting. Dit is de reden waarom de proef in dit massief niet alles gegeven heeft en het is spijtig dat soortgelijke leiding niet kon aangelegd worden.

Talrijke ontledingen die op verschillende niveaus uitgevoerd werden hebben inderdaad aangetoond dat de inerte gassen N_2 en CO_2 zich in de laagste punten ophopen, het afgezogen gas verdunnen en ongelukkiglijk een sterke hinder vormen voor de desorptieverschijnselen op de onderste verdiepingen. Had men over deze leiding kunnen beschikken dan had men zich door afzonderlijk pompen van het grootste gedeelte van deze schadelijke gassen kunnen ontdoen; de verschillende installaties die nadien werden aangelegd houden met dit feit rekening en hebben een diepe leiding.

— Op de bovengrond gebruikte men oorspronkelijk drie extractoren Wintherthur met een capaciteit van 1300 m^3 per uur elk, maar die hadden het nadeel dat hun compressieverhouding kleiner was dan 3. Deze machines werden later vervangen door de oude compressoren van de mijn, die gemakkelijk konden omgebouwd worden tot gasextractoren door een verandering van de dichtingen der cilinders (dichting Liard). Aanvankelijk gebeurde de extractie met één extractor die hoofdzakelijk zoog op de leiding die aangesloten was met de mijngasafzuigpunten en met die, die het mijngas onmiddellijk onder de vloeren opving, want dit mengsel had in het begin een verbrandingswarmte van nabij de 7.900 calorieën en kon onmiddellijk gebruikt worden. Inmiddels vond in de andere sectoren van de mijn, waar het gehalte lager was, een geleidelijke aanrijking plaats zodat het afgezogen debiet kon opgedreven worden door het in bedrijf nemen van de tweede en dan van de derde extractor, dit naargelang van de aanrijking in methaan in de arme sectoren.

Veertien dagen tot een maand na het sluiten van de schachtel hebben wij kunnen vaststellen dat de alzo opgesloten zuurstof volledig in verbinding was getreden en koolzuur had gevormd (fig. 3).

Het gehalte in CH_4 is trapsgewijs gestegen terwijl het stikstofgehalte evenveel gedaald is.

Het CO_2, 1,5 keer zo zwaar als lucht en bijna 3 keer zo zwaar als het CH_4, heeft zich op de bodem van de mijn opgehoopt.

Figuur 4 geeft de verbetering van het mijngasgehalte in de loop van de jaren 1964 tot 1969.

Terwijl in de loop van deze jaren het afgezogen debiet vooruitging van 4.700.000 Nm^3 in 1965 tot

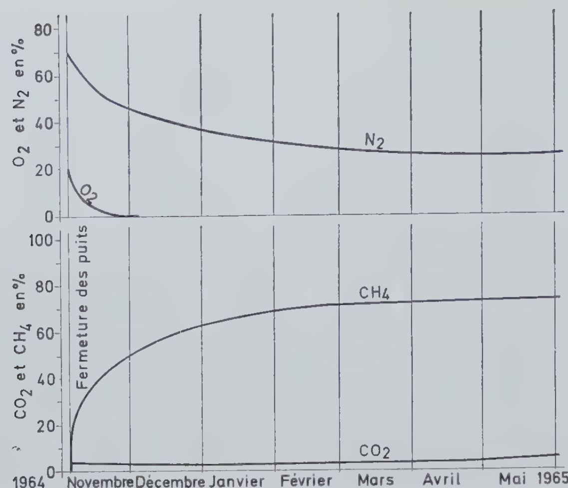


Fig. 3.

Evolution du mélange gazeux du réservoir. Niveau 0.
Evolutie van het gasmengsel in het reservoir. Peil 0.

Fermeture des puits : het sluiten van de schachten :
Novembre, décembre, janvier, février, mars, avril, mai 1965.
November, december, januari, februari, maart, april, mei 1965.

1965 à 27.000.000 Nm_3 en 1969, la pression absolue a baissé continuellement comme le montre le croquis 4.

Avant scellement des puits, le massif soumis à une pression voisine de la pression atmosphérique débitait quelque 20.000 Nm_3 CH_4 par jour. Au début de l'expérience, on a constaté une baisse progressive de la pression absolue, d'autant plus rapide que le débit extrait dépassait beaucoup plus largement le seuil de 20.000 m^3/jour. Cependant si au cours d'une période malheureusement courte, on extrayait des volumes journaliers plus importants, dépassant largement 100.000 m^3/jour, la loi de décroissance de la pression absolue se modifiait, cette décroissance étant moins forte qu'attendu. Le fait s'explique facilement car la brutale chute de pression des premiers jours entraîne l'application d'un gradient de pression sur le massif vierge avec, comme conséquence, une accélération de la migration du gaz de ce massif dans le réservoir constitué par les vides de l'exploitation.

Il est toujours possible de vérifier, et cela a été constaté, qu'à une pression absolue déterminée et inférieure à la pression atmosphérique correspond un volume désorbé d'autant plus grand que cette pression absolue est plus basse. Il sera peut-être possible d'établir une loi physique liant le phénomène de désorption à celui de la pression absolue régnant au sein d'un massif lorsque les expériences auront été multipliées et diversifiées.

Actuellement, la pression absolue atteint une valeur de 310 mm de Hg avec un débit extrait de l'ordre de 60.000 m^3/jour calendrier de CH_4 pur ($Ps = 9.520$ kcal/Nm_3). A ce régime, les échanges paraissent s'équilibrer et la pression reste sensiblement constante. Faut-il pousser l'essai en-deçà de la pression absolue atteinte, soit environ 300 mm Hg ?

27.000.000 Nm^3 in 1969 verminderde de absolute druk voortdurend zoals aangetoond wordt door Figuur 4.

Voor het sluiten van de schachten leverde het massief, dat onder een druk stond die ongeveer gelijk was aan de atmosfeer, zowat 20.000 Nm^3 CH_4 per dag. Bij de aanvang van het experiment heeft men een geleidelijke daling van de absolute druk waargenomen die des te sneller verliep naarmate het afgezogen debiet de drempel van 20.000 m^3/dag verder overschreed. Zo heeft men gedurende een al te korte periode per dag een groter volume gewonnen, dat ver boven de 100.000 m^3/dag ging, maar de wet betreffende de vermindering van de absolute druk heeft zich gewijzigd en deze vermindering was minder uitgesproken dan men had verwacht. Dit feit is gemakkelijk te verklaren want de brutale drukval van de eerste dagen veroorzaakt een drukgradiënt in de onaangetaste delen van het massief met als gevolg een versnelling van de migratie, in dit massief, van het gas in de richting van het reservoir gevormd door de ontgonnen ruimten.

Men kan altijd nagaan, en het werd vastgesteld, dat met een bepaalde absolute drukking die lager ligt dan de atmosferische een gedesorbeerd volume overeenkomt dat des te hoger is naarmate deze absolute drukking lager ligt. Eenmaal dat meer proefnemingen in meer uiteenlopende richtingen zullen verricht zijn zal het misschien mogelijk zijn een fysiek verband te leggen tussen het desorptieverschijnsel en dat van de absolute druk in het midden van een massief.

Momenteel bedraagt de absolute druk een waarde van 310 mm Hg met een afgezogen debiet van zowat 60.000 m^3 zuiver CH_4 ($Vw = 9.520$ Kcal/m^3) per dag. Op dat regime schijnt de uitwisseling een evenwicht te vertonen en blijft de drukking behoorlijk constant. Moet men de proef verder doordrijven voorbij de nu bereikte absolute druk van ongeveer 300 mm Hg ?

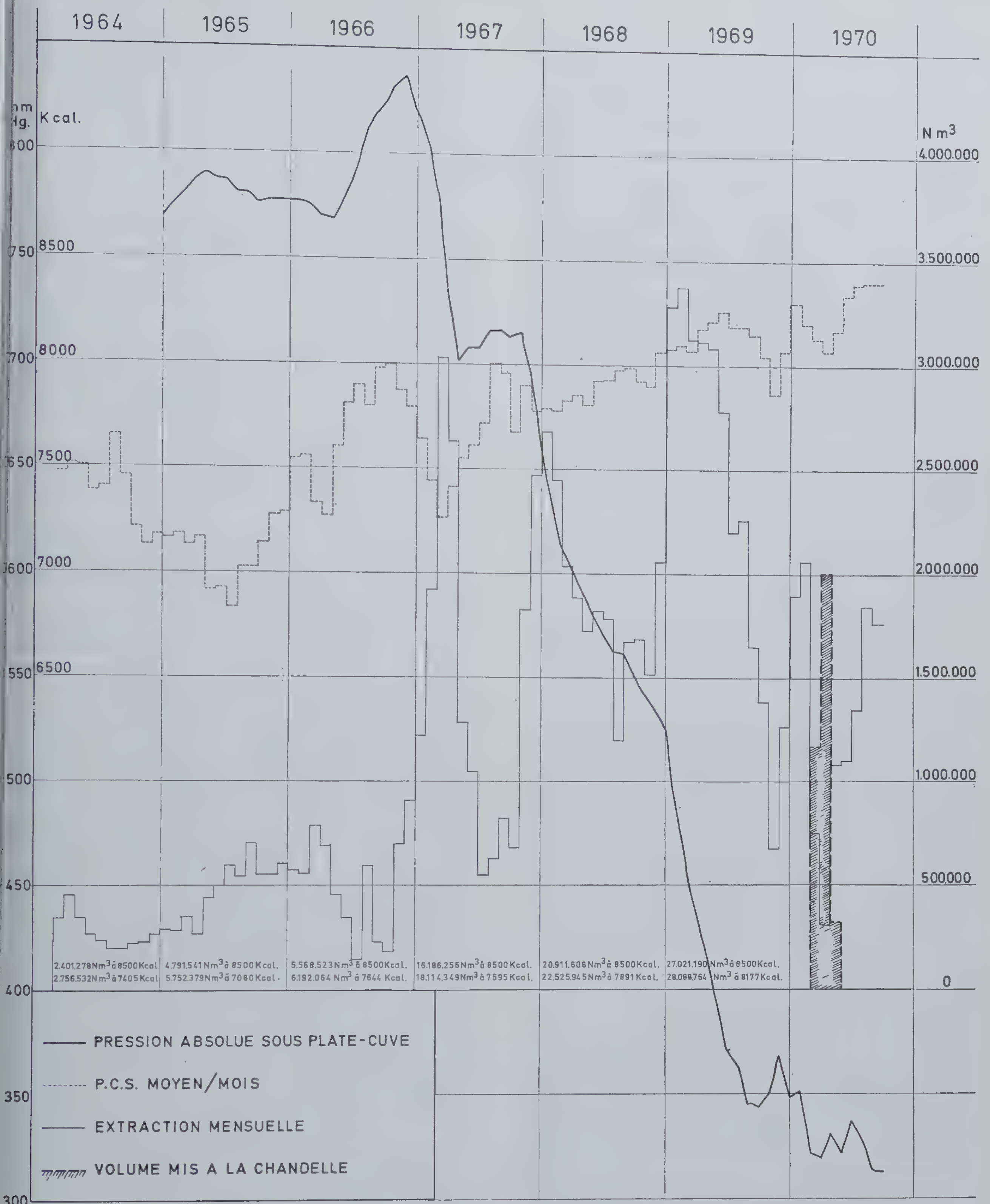


Fig. 4.

T.M.M. Charbonnage de Fontaine-l'Evêque.

Pression absolue... : Absolute druk onder de vloer
P.C.S. moyen/mois : Gemiddelde verbrandingswarmte per maand
Extraction... : Produktie per maand
Volume mis... : Afgeblazen volume.

Nous ne le pensons pas pour les raisons suivantes :

1°) Nous craignons de compromettre la tenue des galeries et plus encore des puits. Le révêtement de ces derniers est soumis à la pression normale des terrains accrue de la dépression atteinte, soit environ 0,6 kg/cm² ou 6.000 kg/m². Si les examens des parois des puits n'ont décelé jusqu'à présent aucun changement dans leur bon état, il paraît prudent de ne plus modifier l'équilibre actuel qui pourrait être compromis par une augmentation excessive de la dépression. A noter qu'un éboulement s'est produit dans l'un des puits, mais il est à imputer à une brèche de recarrage arrêtée prématurément dans la hâte du démantèlement.

2°) Pour des raisons économiques de consommations électriques sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Peut-on espérer maintenir pendant des années une extraction constante sans variation notable de la pression absolue ?

Le massif houiller est continu et ne constitue pas une réserve de gaz limitée aux frontières de la concession. Elle s'étend bien au-delà, spécialement vers sud, est et ouest. Or l'extraction du gaz et la dépression appliquée provoquent une migration continue du gaz occlus en profondeur dans le massif vierge vers le vide des exploitations, ce qui revient à dire que le soutirage est compensé en tout ou partiellement par ce cheminement ininterrompu du méthane dans la phase interne. On ne connaît pas la loi de répatition des isobares au sein du gisement en place et ce sera l'une des tâches à effectuer lors du creusement de divers sondage, mais il est raisonnable de supposer qu'au fil du soutirage, les lignes isobares se déplacent progressivement vers l'intérieur du gisement en place. Il doit dès lors exister un phénomène d'atténuation de la désorption puisque, nous le répétons, les lignes de hautes pressions s'écartent de plus en plus des parois libres du vide géométrique, mais les volumes adsorbés dans le massif étant infiniment plus importants que ceux extraits, cette loi d'atténuation de la désorption doit être excessivement lente. En d'autres termes, après réglage du débit nécessaire pour maintenir constante une pression absolue donnée dans la mine, le régime acquis peut durer des années sans fluctuations importantes.

N'existe-t-il pas de moyens techniques modernes qui permettraient d'assurer la pérennité de

Wij denken van niet om de volgende redenen :

1°) Wij vrezen voor het behoud van de galerijen en meer nog van de schachten. De bekleding van de schachten ondergaat de normale drukking van het gesteente vermeerderd met de onderdruk of ongeveer 0,6 kg/cm² of 6000 kg/m². Weliswaar heeft het onderzoek van de schachtwanden tot nog toe geen enkele wijziging in hun toestand, die goed is, aangetoond, maar toch schijnt het beter het thans bestaande evenwicht niet meer te wijzigen, evenwicht dat zou kunnen in het gedrang gebracht worden door een overdreven vermeerdering van de onderdruk. Men heeft een instorting genoteerd in één der schachten doch ze werd veroorzaakt door een nabraakbres die door tijdsgebrek bij de ontmanteling ontijdig werd stopgezet.

2°) Wegens economische redenen, in verband met het verbruik van elektriciteit, waarop wij verder terugkomen.

Zou het mogelijk zijn gedurende jaren eenzelfde extractie te behouden zonder merkbare verandering van de absolute druk?

Het kolenmassief loopt door en de gasreserve wordt niet begrensd door de concessiegrenzen. Ze loopt een heel eind verder, bijzonder naar het zuiden, het oosten en het westen. Nu hebben de extractie van het gas en de onderdruk tot gevolg dat het gas dat opgesloten is in het diepste van het onaangeroerd massief doorlopend migreert naar de ontginningsruimten, hetgeen betekent dat het afgezogen volume geheel of gedeeltelijk vervangen wordt door deze onafgebroken aanvoer van methaan in de ondergrond. Men weet niet volgens welke wet de lijnen van gelijke druk in de bestaande afzetting verlopen en dat is een van de dingen die moeten bepaald worden als men later boringen zal uitvoeren, maar redelijkerwijze mag men aannemen dat deze lijnen zich, naargelang de afzuiging voortschrijdt, geleidelijk verplaatsen naar het inwendige van de achtergebleven afzettingen. Op dat ogenblik moet het desorptieverschijnsel verzwakt worden want, wij herhalen het, de hoge-druk-lijnen gaan verder en verder weg van de wanden der meetkundige ruimte, doch aangezien de volumen die in het massief geadsorbeerd zitten oneindig veel groter zijn dan die die afgezogen worden, moet deze wet van verminderde desorptie uiterst langzaam verlopen. Met andere woorden, eenmaal dat het debiet geregeld is voor het behouden van een gegeven absolute druk in de mijn kan het zo bekomen regime gedurende jaren blijven bestaan zonder belangrijke schommelingen.

Levert de moderne techniek geen middelen om het afzuigen van gas uit een mijnveld te vereeu-

l'extraction du gaz d'un gisement minier, d'accélérer la migration de ce gaz au sein du massif vierge environnant, d'atteindre les vastes zones de réserves houillères enfouies à grande profondeur sous la faille du Midi, qui ne furent que peu ou jamais prospectées et exploitées et qui recèlent de par leur profondeur et leur importance les plus vastes réserves gazières de notre région peut-être, d'après nos estimations, comparables aux réserves du gisement hollandais de Slochteren ?

Un moyen existe et il a été expérimenté notamment pour la régénération des gisements de pétrole : c'est le fracking qui pourrait être appliqué, du moins au stade des essais, par la méthode suivante : des sondages seraient creusés le long des franges marginales des exploitations, en zone vierge. On appliquerait d'abord sur ces sondages une dépression poussée au maximum, ce qui permettrait de récupérer des quantités substantielles de gaz. Après tarissement, ils pourraient être utilisés au fracking par la mise à feu de charges judicieusement réparties sur la longueur en vue de disloquer les roches et de provoquer ainsi un afflux de gaz vers le vide des exploitations, d'augmenter considérablement la surface désorbée et de rapprocher la dépression appliquée des nœuds de hautes pressions.

L'explosif utilisé serait d'abord l'explosif conventionnel et on passerait progressivement à l'explosif militaire, voire à l'explosion nucléaire, mais bien entendu sur avis favorable de spécialistes seulement. Ce dernier type d'explosif, à côté d'un pouvoir de fissuration des roches très grand, présenterait divers inconvénients : effet psychologique désagréable pour les riverains, présence possible d'ions radioactifs dans le gaz extrait, présence autour du centre de l'explosion d'une zone vitrifiée et imperméable.

Dans la partie ouest du Bassin Sud de la Belgique, la plupart des houillères ont cessé leur extraction et les travaux souterrains sont sous eau. Ces mines avaient, pendant leur activité, le triste privilège d'être des plus grisouteuses et l'on se demande s'il serait possible de récupérer une partie du grisou occlus dans le gisement vierge situé au sud des anciens travaux.

Une expérience mérite, selon nous, d'être tentée même si les perspectives de succès sont minimes. Nous la concevons comme suit : un trou central de captage du gaz est creusé sur la profondeur du gisement productif. Il est entouré de cinq à six trous périphériques de même profondeur sur lesquels on procède au fracking pendant que le premier est mis sous dépression. Certes, la dislocation des roches sera minimum puisqu'il

wigen, om de migratie van het gas in de omgevende onaangetaste massieven te bespoedigen, om de uitgestrekte kolenreserven te bereiken die op grote diepte bedolven liggen onder de « Faille du Midi », die weinig of niet werden verkend of ontgonnen en die wegens hun diepte en hun omvang de grootste gasvoorraden van de streek bevatten, die misschien, volgens onze schatting, kunnen vergeleken worden met de reserves van de Nederlandse afzetting te Slochteren ?

Er bestaat een middel, en het werd onlangs beproefd, voor het regenereren van petroleumvelden; de fracking die ten minste bij wijze van proef zou kunnen toegepast worden als volgt : boringen zouden uitgevoerd worden langs de randen van de ontginningen, in het onaangeroerd gesteente. Op deze boringen zou men eerst een maximale onderdruk toepassen, waardoor aanzienlijke hoeveelheden gas zouden kunnen gerecupereerd worden. Wanneer dit afneemt zouden ze kunnen gebruikt worden voor fracking door middel van ladingen die oordeelkundig verdeeld zijn over heel de lengte, waardoor het gesteente wordt losgeschud en een gastoevoer naar de oude ontginningen veroorzaakt wordt, de desorptieoppervlakte aanzienlijk wordt uitgebreid en de onderdruk gevoelig dichter bij de knooppunten van hoge druk gebracht wordt.

Men zou vooreerst de gewone springstoffen gebruiken en vervolgens geleidelijk overstappen op militaire springstoffen, zelfs op een atoomontploffing, weliswaar slechts na gunstig advies van specialisten. Dit laatste type van springstof heeft wel een zeer groot afbrekend vermogen maar ook verschillende nadelen : een nadelig psychologisch effect op de geburen, mogelijke aanwezigheid van radioactieve ionen in het afgezogen gas, aanwezigheid rondom het centrum van de ontploffing van een verglaasde en ondoordringbare zone.

In het westelijk gedeelte van het zuidelijk bekken van België hebben de meeste kolenmijnen hun extractie stopgezet en de ondergrondse werken laten onderlopen. In hun actieve periode hadden die mijnen de treurige reputatie te behoren tot de meest mijngashoudende en men vraagt zich af of het mogelijk is een gedeelte te recupereren van het mijngas dat opgesloten is in de onaangeroerde afzettingen ten zuiden van de oude ontginningen.

Ons inziens loont een poging de moeite ook al is de kans op succes klein. Wij vatten ze op als volgt : een centrale captatieboring wordt aangelegd tot in de produktieve afzetting. Daaromheen worden in een cirkelomtrek vijf of zes boringen uitgevoerd tot op dezelfde diepte, waarop de fracking toegepast wordt terwijl het eerste boorgat in onderdruk wordt gebracht. Ongetwijfeld zal de verplaatsing in het gesteente gering zijn

n'existe aucun vide où puisse agir l'onde explosive. Pourtant un succès même modeste ouvrirait des perspectives considérables, tant le champ d'application est vaste.

Il existe une autre solution à l'extraction du gaz de ces mines abandonnées et noyées, mais aucune étude économique n'a encore été entreprise en vue de décider si une telle opération serait rentable ou non.

LES RESULTATS

Actuellement, la mine de Fontaine-l'Evêque a extrait 89 millions de Nm³ à 8.500 calories et, comme dit ci-avant, l'extraction actuelle est de 60.000 Nm³, soit 1.800.000 Nm³/mois avec une pression absolue qui semble se stabiliser.

Les installations de surface comportent à présent trois anciens compresseurs de la mine de 5.000 et de 2 x 2.400 m³ aspirés/heure au taux de compression de 8. En second étage, il existe deux soufflantes, l'une de 7.000, l'autre de 10.000 m³ aspirés/heure avec un taux de compression de 1,8. La pression de refoulement sur le réseau de gaz naturel est de 5 à 6 kg/cm².

LES CRITERES A OBSERVER LORS DE L'EQUIPEMENT DES INSTALLATIONS

Les considérations ci-après sont le fruit des observations les plus importantes faites lors de l'équipement de cinq installations de captage :

1°) L'isolation des quartiers de la mine par stoupures doit être réalisée avec le plus grand soin.

2°) Les canalisations d'aspiration seront multiples en vue de permettre, pendant les premières années, la constitution de mélanges vendables. Après un certain temps, cette sujétion disparaît, l'ensemble du gisement de méthane ayant atteint une richesse suffisante. En tout état de cause, une canalisation doit être prévue pour débarrasser le gisement du CO_2 qu'il contient.

3°) Les plates-cuves, quel que soit leur emplacement, doivent être étanches. Il est illusoire d'espérer le moindre succès sans une étanchéité totale à l'air.
Faites au voisinage de l'orifice des puits, dans des terrains solides et initialement étanches, elles offrent l'avantage en cas de rentrée d'air à la suite de la dépression appliquée, d'être traitées facilement à l'aide d'injections de lait de ciment pratiquées de la surface. Le cas s'est produit et l'on a maî-

omdat er geen enkele ledige ruimte is waarheen de ontploffingsgolf zich kan richten. Toch zou reeds een gering succes interessante perspectieven openen wegens de uitgestrektheid van het toepassingsveld.

Er bestaat nog een andere mogelijkheid om gas af te zuigen uit deze verlaten en ondergelopen mijnen, maar er werd nog geen enkele economische studie op touw gezet om te zien of deze operatie al dan niet rendabel is.

DE RESULTATEN

Momenteel heeft de mijn van Fontaine-l'Evêque 89 miljoen Nm³ aan 8500 calorieën afgezogen en zoals hoger gezegd bereikt men op dit ogenblik een debiet van 60.000 Nm³ of 1.800.000 Nm³/maand met een absolute druk die zich schijnt te stabiliseren.

De bovengrondse installatie bestaat thans uit drie oude compressoren van de mijn, één van 5000 en twee van elk 2400 m³ aangezogen lucht per uur met een compressieverhouding van 8. Als tweede trap staan er twee blaaswerken : het éne van 7000, het andere van 10.000 m³ aangezogen lucht per uur, met een compressieverhouding van 1,8. De persdruk waarmee het gas in de aardgasleiding gedrukt wordt, bedraagt 5 tot 6 kg/cm².

CRITERIUMS WAARMEE MOET REKENING GEHOUDEN WORDEN BIJ HET AANLEGGEN VAN INSTALLATIES

De beschouwingen die hier volgen zijn het resultaat van waarnemingen verricht bij de oprichting van vijf afzuiginstallaties :

1°) Men moet de meest mogelijke zorg besteden aan het afzonderen der afdelingen van de mijn, door middel van de afdammingen.

2°) Er moeten talrijke afzuigleidingen zijn zodat men gedurende de eerste jaren verkoopbare mengsels kan samenstellen. Na een bepaalde tijd vervalt die voorwaarde omdat het geheel van de mijngasafzetting een voldoende graad van aanrijking heeft bereikt. In elk geval moet een leiding geplaatst worden waarmee de afzetting kan ontdaan worden van het CO^2 dat ze bevat.

3°) Waar de schachtvloeren ook staan, ze moeten dicht zijn. Zolang de dichtheid ten opzichte van de lucht niet volkomen is moet men niet op enig succes rekenen. Maakt men ze dicht bij de schachtmonding, in vaste grond, en maakt men ze aanvankelijk dicht, dan heeft men het voordeel dat men, bij optredende luchtlekken, als gevolg van de onderdruk, gemakkelijk een behandeling met cementmelk kan uitvoeren van op de bovengrond. Men heeft dit geval meegemaakt en de kort-

trisé le court-circuit sans trop de difficultés. Faites à profondeur plus grande, elles permettent de continuer l'exhaure des venues d'eau superficielles. Ultérieurement, nous nous proposons de supprimer cette exhaure en noyant la partie supérieure des puits. Bien entendu, plates-cuves et canalisations devront pouvoir résister à la pression de l'eau. En tout état de cause, le bouchon d'eau ainsi constitué assurera une étanchéité idéale contre les rentrées d'air.

4°) La plate-cuve édifiée près de la surface entraîne l'obligation de visiter les puits à l'aide d'une camera de télévision sur une profondeur que l'Administration des Mines a fixée à 150 m. Pour des plates-cuves construites à un niveau égal ou inférieur à — 150 m, le contrôle du bon état des parois du puits est fait par l'homme, ce qui évite une dépense de 600.000 francs, coût de l'installation de télévision.

5°) Il n'est peut-être pas inutile de signaler que toutes les plates-cuves doivent se trouver au-dessus du niveau supérieur des anciennes exploitations.
Dans un cas bien précis, les plates-cuves installées ont dû être démontées pour manque d'étanchéité, car construites à proximité immédiate d'une très vieille exploitation qui ne figurait pas sur tous les plans.

6°) Quand la plate-cuve est édifiée en surface, il faut tenir compte d'une différence de pression entre les deux faces dont le maximum est de 1 kg/cm².

7°) Les travaux scellés ne peuvent être en communication avec d'autres actifs, même s'ils en sont séparés par des exploitations très anciennes car l'étanchéité laisse toujours à désirer.

8°) Dans une des installations, dans la plate-cuve, qui vient d'être mise en service depuis peu, on a scellé en plus des canalisations d'aspiration habituelles, une canalisation de 600 mm de diamètre qui sera mise en service ultérieurement. On espère grâce à la grande section diminuer substantiellement le coût de l'énergie consommée.

LA SECURITE DES INSTALLATIONS

Nous avons dit que l'extraction pouvait être réalisée correctement avec les anciens compresseurs de la mine, ce qui évite au départ des investissements onéreux.

Toutefois, certaines appropriations sont nécessaires qui nous ont été inspirées par l'étude des installations de la Carbochimique à Tertre.

sluiting zonder al te veel moeilijkheden overwonnen. Legt men ze dieper, dan kan men verder gaan met het oppompen van het oppervlaktewater. Later denken wij deze bemaling stop te zetten en het bovenste gedeelte van de schacht te laten onderlopen. Het spreekt vanzelf dat de vloeren en leidingen moeten bestand zijn tegen de druk van het water. In elk geval zal de zo gevormde waterstop een ideale afdichting zijn tegen luchtlekken.

4°) Legt men de vloer dicht bij de oppervlakte dan ontstaat de verplichting de schacht te schouwen met behulp van een televisiecamera tot op een diepte die de Administratie van het Mijnwezen heeft vastgesteld op 150 m. Liggen de vloeren op of onder het peil — 150 m, dan wordt de controle op de toestand van de schacht gedaan door het personeel, waardoor een uitgave van 600.000 frank, de prijs van de televisieuitrusting, bespaard wordt.

5°) Het is misschien goed te signaleren dat al de vloeren moeten gelegen zijn boven het hoogste peil van de oude werken. In een bepaald geval moesten de reeds gebouwde vloeren uitgebroken worden omdat ze niet dicht waren; ze lagen namelijk in de onmiddellijke nabijheid van een zeer oude ontginning die niet op al de plans voorkwam.

6°) Wordt de vloer op de bovengrond gebouwd, dan moet men rekening houden met een drukverschil tussen beide zijden, dat maximum gelijk is aan 1 kg/cm².

7°) De afgesloten werken mogen niet in verbinding staan met andere die nog actief zijn want zelfs als er oude werken tussen liggen laat de dichtheid altijd te wensen over.

8°) In een van de zo pas in bedrijf genomen installaties heeft men in de vloer naast de gebruikelijke afzuigleidingen een buis gelegd met een doormeter van 600 mm, die later zal in bedrijf genomen worden. Dank zij de grote doormeter hoopt men de energiekosten merkelijk te kunnen verminderen.

DE VEILIGHEID VAN DE INSTALLATIES

Wij hebben gezegd dat de extractie correct kan gebeuren met de oude mijncompressoren, hetgeen aanvankelijk zware investeringskosten laat vermijden.

Toch zijn bepaalde aanpassingen nodig, zoals wij ingezien hebben bij de studies van de installaties der Carbochimique van Tertres.

La salle de compression est isolée des installations électriques non antigrisouteuses à l'aide de parois en matériaux durs et est réservée uniquement à l'usage exclusif du captage de gaz.

L'éclairage électrique et les appareils de commande des machines sont antigrisouteux.

L'emploi des anciens moteurs est admis, mais ils doivent être équipés d'une coiffe placée autour des collecteurs et un système de ventilation doit assurer une arrivée continue d'air frais sur les contacts et les bagues des collecteurs.

Le même dispositif d'enveloppe ventilée équipe les rhéostats de démarrage à bain d'huile.

— Les canalisations d'aspiration sont équipées de filtres et de pare-flammes.
— Les canalisations de refoulement possèdent un clapet anti-retour.
— Les verrouillages électriques sur les compresseurs sont multiples : des manostats sont placés sur les tuyauteries de refoulement; des thermostats sont branchés sur les cylindres de compression.
— En outre, des canalisations adaptées sur les bourrages rejettent à l'air libre une éventuelle fuite de gaz.
— Un ventilateur à débit important renouvelle constamment l'air de la salle de compression.
— Les portes ménagées dans le local s'ouvrent vers l'extérieur pour faciliter l'évacuation éventuelle du personnel, lequel se réduit à un garde qui assure l'entretien.
— Un interrupteur de secours fixé à l'extérieur de la salle coupe simultanément tous les circuits électriques.

Tous les dispositifs de sécurité sont mis en série sur l'alimentation électrique des machines et, en cas d'arrêt par mise en défaut d'une de ces sécurités, une sirène d'alarme fonctionne.

LE POINT DE VUE ECONOMIQUE

Le but de l'opération de captage de méthane est évidemment de valoriser au mieux le gaz extrait. Si ce gaz remplit les conditions nécessaires pour pouvoir être refoulé dans le réseau de distribution du gaz naturel auquel il s'apparente, il est possible de l'écouler par l'intermédiaire de la société distributrice. Il vaudrait cependant mieux le valoriser dans les installations de la société productrice ou encore de le vendre directement à des gros consommateurs voisins sans passer par un intermédiaire.

De compressorenzaal is gescheiden van de niet ontploffingsvaste elektrische installaties door een wand in harde materialen, en wordt enkel gebruikt voor het afzuigen van het gas.

De elektrische verlichting en de bedieningsapparatuur van de machines zijn ontploffingsvast.

Men mag de oude motoren gebruiken doch de collectoren moeten onder een kap staan en een luchtverversingssysteem moet ervoor zorgen dat er voortdurend verse lucht stroomt op de contacten en ringen van de collectoren.

Hetzelfde omhulsel met luchtverversing staat op de oliebadaanloopweerstanden.

— De afzuigleidingen bevatten filters en vlamgrendels.
— De persleidingen bevatten een terugslagventiel.
— Op de compressoren staan talrijke elektrische vergrendelingen : op de drukleidingen staan manostaten; op de compressiecilinders staan thermostaten afgetakt.
— Bovendien staan op de dichtingen buizen die een eventueel gaslek afleiden naar de vrije lucht.
— Een ventilator met groot debiet zorgt voor een voortdurende vernieuwing van de lucht in de compressorenzaal.
— De deuren van het lokaal gaan open naar buiten, zodat het personeel de zaal gemakkelijk kan verlaten; dit personeel is ten andere beperkt tot een wachter die de machine onderhoudt.
— Buiten het lokaal staat een hulpschakelaar waarmee alle elektrische kringen gelijktijdig kunnen onderbroken worden.

Al de veiligheidsapparaten staan in serie op de elektrische voeding van de machines en in geval een van deze veiligheidstoestellen in gebreke blijft en de machines stilvallen wordt een alarmsirene in werking gesteld.

HET ECONOMISCH ASPECT

Het doel van de operatie bestaande in het afzuigen van het methaan is natuurlijk het afgezogen gas zo goed mogelijk te valoriseren. Indien het gas aan de nodige vereisten voldoet om in het aardgasnet te worden gepompt, waartoe het wegens zijn aard geschikt is, dan bestaat de mogelijkheid het af te zetten door tussenkomst van een gasmaatschappij. Het verdient nochtans de voorkeur dat het gas gevaloriseerd wordt in de installaties van de producerende maatschappij zelf of rechtstreeks verkocht wordt aan grote verbruikers in de omgeving, zonder medewerking van een tussenpersoon.

Si les conditions en question ne sont pas remplies, il faut essayer de valoriser ce gaz dans des chaudières par exemple et, notamment, dans une centrale électrique thermique. C'est la situation qui risque de se présenter souvent pendant les premières années de captage.

Le gaz extrait par nos sociétés minières est du méthane de plus en plus pur au fur et à mesure du lessivage de l'azote et du bioxyde de carbone.

Contrairement aux essences de pétrole et à d'autres gaz combustibles, il ne contient pas d'hydrocarbures lourds qui polluent l'atmosphère. Au moment où les plus éminents écologistes dénoncent le danger de cette pollution pour nos populations urbaines, nous voyons très bien les véhicules automobiles équipés de bonbonnes à méthane comprimé. Les moteurs, sans perdre de leurs qualités, se prêtent à la transformation. Il y a une chance à saisir.

Quelles sont les perspectives économiques sur le plan de l'entreprise

Nous avons eu à ce sujet de nombreuses conversations avec les membres des diverses sociétés intéressées par le captage et nous en avons retenu que les investissements sont peu importants, les charges salariales modérées et l'incidence des consommations électriques importantes. Au total, il semble que le prix de revient oscille suivant les circonstances entre 0,15 et 0,25 FB/Nm^3 et le captage de méthane est une opération bénéficiaire qui a permis dans un certain cas de couvrir les charges de l'ancienne houillère, dégâts miniers, pensions extra-légales, charges immobilières, tout en laissant un solde positif. Cependant, une taxe de 0,10 FB/Nm^3 extrait a déjà été appliquée par une commune. C'est une lourde charge capable de décourager certains. Il serait cependant possible d'en réduire les effets par le fracking qui diminuerait la consommation d'énergie et par l'installation de moteurs à gaz qui utiliseraient le combustible méthane, mais qui coûtent cher.

Notons qu'un des charbonnages intéressé par le captage prévoit l'utilisation prochaine du méthane dans une centrale électrique dont la chaudière sera équipée d'une installation permettant la valorisation immédiate d'environ 50.000 Nm^3/jour et dont la capacité pourrait être portée facilement à 150.000 Nm^3/jour.

Enfin, quelles sont les perspectives sur le plan national ?

Trois charbonnages arrêtés équipés pour le captage de méthane sont capables dès maintenant d'extraire environ 220.000 Nm^3 de méthane/jour,

Zijn de bedoelde vereisten niet vervuld dan moet men pogen het gas te gebruiken, bij voorbeeld in stoomketels en meer bepaald in een thermische elektrische centrale. Het is deze toestand die men het meest kans heeft aan te treffen tijdens de eerste jaren van het capteren.

Het door onze mijnmaatschappijen afgezogen gas is methaan dat zuiverder wordt naarmate de stikstof en het koolzuur eruit verwijderd worden.

In tegenstelling met petroleum en andere brandbare gassen bevat het geen zware koolwaterstoffen die de lucht verontreinigen. Nu de meest vooraanstaande ecologen wijzen op het gevaar van deze verontreiniging voor de bevolking van onze steden, lijkt het ons zeer goed mogelijk, de auto's uit te rusten met flessen met samengeperst methaan. De motoren lenen zich tot deze transformatie zonder hun eigenschappen te verliezen. Hier ligt een kans die moet benut worden.

Wat zijn de economische vooruitzichten op het vlak van de onderneming ?

Wij hebben daaromtrent vele gesprekken gehad met de leden van de verschillende maatschappijen die bij de afzuiging betrokken zijn, en eruit onthouden dat de investeringen gering zijn, de loonkosten matig en de weerslag van het elektriciteitsverbruik belangrijk. In totaal schijnt de kostprijs te schommelen naargelang van de omstandigheden tussen 0,15 en 0,25 BF/Nm^3 en is het afzuigen van het methaan een winstgevende bezigheid waarmee in bepaalde gevallen de verplichtingen van de vroegere mijn konden gedekt worden, zoals mijnschade, extra-legale pensioenen, grondbelastingen, waarna nog een positief saldo overbleef. Evenwel werd door een gemeente reeds een belasting geheven van 0,10 BF/Nm^3 geproduceerd gas. Dat is een zware belasting die van aard is om ontmoediging te verwekken. Men zou de weerslag ervan kunnen verminderen door toepassing van de fracking die het energieverbruik vermindert en door gebruik te maken van gasmotoren die methaan als brandstof zouden gebruiken doch die duur zijn.

Wij noteren dat een kolenmijn die geïnteresseerd is in de captatie plannen heeft om het methaan binnenkort te gebruiken in een elektrische centrale waarvan de stoomketel zal beschikken over een uitrusting die onmiddellijk zowat 50.000 Nm^3/dag gebruikt en waarvan de capaciteit gemakkelijk kan opgevoerd worden tot 150.000 Nm^3/dag.

Wat zijn tenslotte de vooruitzichten op nationaal vlak ?

Drie stilgelegde kolenmijnen die uitgerust zijn voor het afzuigen van methaan kunnen nu reeds zowat 220.000 Nm^3 methaan per dag afzuigen,

c'est-à-dire environ 80.000.000 m^3/année. Comme nous achetons environ 3 milliards de Nm^3 de gaz industriel à la Hollande, notre participation pour couvrir les besoins énergétiques industriels du pays ne dépasse pas 2,7 %.

La mise en activité d'autres chantiers de dégazage et l'application de la technique du fracking pourraient faire monter cette part à un coefficient que nous avons prudemment estimé à 10 %. Quoique modeste, ce résultat contribuerait à augmenter notre richesse nationale et diminuerait notre dépendance vis-à-vis de l'étranger.

met andere woorden ongeveer 80.000.000 Nm^3/jaar. Vermits wij ongeveer 3 miljard Nm^3 industrieel aardgas kopen in Nederland, zou onze deelneming in het dekken van de industriële behoeften van het land niet meer bedragen dan 2,7 %.

Het inbedrijf nemen van andere ontgassingswerkplaatsen en de toepassing van de fracking-techniek zouden dit aandeel kunnen doen toenemen tot een coëfficiënt die wij voorzichtigheidshalve op 10 % schatten. Alhoewel dit een bescheiden bijdrage is, zou het resultaat een effectieve verhoging betekenen van onze nationale rijkdom en ons minder afhankelijk maken van het builand.

Recherche d'un dépoussiéreur destiné au nettoyage des parois des galeries de mines (*)

(Recherche subsidiée par la C.E.C.A.)

Onderzoekingen over een ontstoffingsapparaat bestemd tot het reinigen der wanden van mijngalerijen (*)

(Onderzoekingen gesubsidieerd door de C.E.G.)

J. BRACKE (**)

RESUME

L'élimination régulière des poussières sédimentées dans les galeries de chantier est probablement le moyen le plus efficace pour éviter, ou tout au moins pour limiter, les coups de poussières.

Conservant le principe de fonctionnement du dépoussiéreur de M. Bikerbajev, nous nous sommes efforcés de modifier cet appareil pour qu'il réponde mieux, à notre avis, à nos conditions habituelles de travail dans les mines. A cette fin, nous avons rendu son ensemble mobile.

Pour déterminer le type de dépoussiéreur, nous avons pensé que l'appareil devait être simple, facilement transportable et aussi indépendant que possible de toute source d'alimentation.

D'autre part, son rendement devait être élevé pour les poussières inférieures à 5 microns. Un

(*) Communication présentée à la XIVe Conférence Internationale des Stations d'Essais pour la Sécurité Minière — Section de travail n° 2 — Donezk, juillet 1971.

(**) Ingénieur Principal Divisionnaire des Mines, Chef de Section de Recherches à l'INIEX, rue Grande - 7260 PATURAGES.

SAMENVATTING

Het regelmatig verwijderen van het stof dat neergeslagen is in de werkplaatsgalerijen is waarschijnlijk het meest doeltreffend middel om stofontploffingen te voorkomen of ten minste te beperken.

Wij hebben het werkingsprinciep van de ontstoffer van dhr Bikerbajev overgenomen en getracht dit apparaat zo te wijzigen dat het, ons inziens, beter beantwoordde aan de bedrijfsomstandigheden die wij in onze mijnen kennen. Daarom hebben wij het toestel beweegbaar gemaakt.

Wat het type van de ontstoffer betreft dachten wij dat het een eenvoudig toestel moest zijn, dat gemakkelijk kan getransporteerd worden en zoveel mogelijk onafhankelijk is van elke voedingsbron.

Anderzijds moest het een hoog rendement hebben voor stofdeeltjes van minder dan 5 mikron.

(*) Mededeling van de XIVde Internationale Conferentie van de Proefstations voor Veiligheid in de Mijnen — Werkgroep n° 2 — Donetzk, juli 1971.

(**) Eerstaanwezend Divisiemijningenieur, Hoofd van de Afdeling Opzoekingen bij het NIEB, rue Grande - 7260 PATURAGES.

dépoussiéreur fonctionnant d'après le principe du venturi nous semblait rencontrer au mieux ces considérations.

Comme la perte en eau sous forme de fines gouttelettes du dépoussiéreur était élevée, un appareil permettant la récupération de celles-ci par la force centrifuge a été mis au point.

L'exposé énumère les différentes constatations faites lors des expériences réalisées sur des prototypes, en même temps qu'il rapporte la solution donnée aux difficultés rencontrées.

Finalement, nous avons mis au point un dépoussiéreur de 0,50 m de largeur dépoussiérant 4,5 m³/s d'air pour une dépression statistique au ventilateur d'environ 235 mm CE. Le rendement pondéral « dépoussiérage » pour une poussière de charbon de composition granulométrique :

11.77 %	*0.2 — 0.5*	*micron*
84.99 %	*0.5 — 5*	*microns*
3.24 %	*5*	*microns*

est de l'ordre de 98.7 %.

La perte en eau de l'ensemble s'élève à environ 0,25 litre à la minute par m³/s d'air aspiré.

L'eau collectée au récupérateur retourne par gravité au dépoussiéreur où elle est remise en circuit.

Jusqu'à présent, aucune solution acceptable n'a été trouvée pour déschlammer cette eau circulant en circuit fermé.

Pour la mise en suspension des poussières sédimentées sur les parois des galeries, nous avons construit un appareil du genre tourniquet, comprenant quatre bras qui tournent autour d'un axe horizontal. Chaque bras est un tuyau par lequel l'air comprimé sort et balaie la paroi. Pour obtenir un nettoyage satisfaisant des parois, la distance entre l'extrémité des bras et la paroi peut atteindre 40-45 cm. Il est à déconseiller de prolonger les tuyaux par des bouts de flexible en caoutchouc.

Dans une galerie revêtue de cadres Toussaint-Heintzmann, ce système a permis un avancement d'un mètre par minute. Signalons, toutefois, que seule la moitié de la section de la galerie était accessible et que c'est la partie en question qui a été nettoyée. L'appareil était alimenté en air comprimé à 4 kg de pression par deux flexibles pour marteaux-piqueurs.

INHALTSANGABE

Der wahrscheinlich erfolgreichste Weg Kohlenstaubexplosionen zu unterbinden oder zumindest ihre Zahl einzuschränken, ist die regelmäßige

Een ontstoffer die werkt volgens het venturi princip leek ons het best met deze vereisten overeen te komen.

Aangezien de ontstoffer een hoog verlies aan water had, onder de vorm van fijne druppels, werd een apparaat uitgewerkt waarmee het water door middelpuntvliedende kracht kon worden gerecupereerd.

De uiteenzetting geeft de verschillende vaststellingen weer die proefondervindelijk gedaan werden op prototypen, alsmede de oplossingen die men aan de optredende moeilijkheden heeft gegeven.

Uiteindelijk hebben we een ontstoffer uitgewerkt met een breedte van 0,50 m die 4,5 m³/s lucht ontstoft met een statische onderdruk aan de ventilator van ongeveer 235 mm waterkolom. Het gewichtsrendement van de ontstoffing voor kolenstof met als samenstelling :

11,77 %	*0,2 — 0,5*	*mikron*
84,99 %	*0,5 — 5*	*mikron*
3,24 %	*5*	*mikron*

is van de grootteorde van 98,7 %.

Het totale waterverbruik gaat tot zowat 0,25 liter per minuut per m³/s aangezogen lucht.

Het water dat in de recuperator verzameld wordt loopt door zwaartekracht terug naar de ontstoffer en wordt daar opnieuw in omloop gebracht.

Tot nu toe werd geen bevredigende methode gevonden om dit in gesloten kring lopende water te ontslikken.

Om het op de galerijwanden neergeslagen stof in suspensie te brengen hebben wij een apparaat gebouwd in de aard van een straalpijp, met vier armen die rond een horizontale as draaien. Elke arm is in feite een buis waaruit perslucht ontsnapt die de wand veegt. Men bekomt een goede reiniging van de wanden voor een afstand van 40... 45 cm tussen het uiteinde van de buizen en de wand. Het verlengen van de buizen door middel van een eind slang moet afgeraden worden.

In een galerij met Toussaint-Heintzmannramen heeft men met dit systeem een vooruitgang kunnen maken van 1 meter per minuut. Hierbij moeten wij evenwel vermelden dat slechts de helft van de galerij kon bereikt worden en het is dan ook deze wand die gereinigd werd. Het toestel werd gevoed met perslucht onder een druk van 4 kg/cm² die aangevoerd wordt langs twee slangen voor afbouwhamers.

SUMMARY

The regular removal of dust deposits in working galleries is probably the most efficient means of avoiding, or at any rate limiting, dust-bursts.

Beseitigung des in den Flözstrecken abgelagerten Staubes.

Wir sind von dem Prinzip ausgegangen, das der Wirkungsweise des Staubabsaugegerätes von Bikerbajev zugrunde liegt, haben jedoch versucht, diesem Apparat in Anpassung an die normalen Betriebsbedingungen in unseren Gruben weiterzuentwickeln und ihn mit einem Fahrgestell ausgerüstet.

Dabei erschien es uns wichtig, daß das Gerät einfach, leicht transportierbar und in seiner Energieversorgung möglichst unabhängig ist. Außerdem muß es einen hohen Wirkungsgrad für Staub unter 5 Mikron besitzen. Diesen Bedingungen schien ein nach dem Venturi-Prinzip arbeitendes Staubabsaugegerät am besten zu entsprechen. Zur Verringerung der hohen Wasserverluste in Form von feinen Tröpfchen statteten wir das Gerät mit einer Vorrichtung aus, die das Wasser durch Fliehkraft wiedergewinnt.

Der Aufsatz schildert die Beobachtungen beim ersten Einsatz des Gerätes und die Lösung der dabei auftretenden Probleme. Die Arbeiten führten zur technischen Durchbildung eines 0,50 m breiten Gerätes mit einer Entstaubungsleistung von 4,5 m^3/s Luft bei einer statischer Lüfterdepression von etwa 235 mm Wassersäule. Bei einem Kohlenstaub mit dem Körnungsaufbau.

11,77 %	*von 0,2 — 0,5 Mikron,*
84,99 %	*von 0,5 — 5 Mikron und*
3,24 %	*über 5 Mikron*

wurde ein Entstaubungswirkungsgrad von 98,7 % Gewichtsprozent erzielt. Der Wasserverbrauch betrug insgesamt 0,25 l/min je m^3/s angesaugter Luft.

Das aufgefangene Wasser läuft durch Schwerkraft in das Gerät zurück und wird in den Kreislauf wiedereingeschleust. Versuche, dieses Wasser in geschlossenem Kreislauf zu entschlammen, haben bisher zu keiner brauchbaren Lösung geführt.

Zum Aufwirbeln des auf den Streckenstößen abgelagerten Staubes haben wir ein schaufelradartiges Gerät mit vier Armen entwickelt, die sich um eine horizontale Achse drehen. Die Arme sind in Form von Rohren ausgebildet, durch die Druckluft gegen die Streckenstöße geblasen wird. Den besten Reinigungseffekt erzielt man bei einem Abstand von 40-45 cm zwischen der Rohrmündung und dem Stoß. Nicht zu empfehlen ist eine Verlängerung der Blasrohre durch Gummischläuche.

In einer Strecke mit Toussaint-Heintzmann-Ausbau konnte man mit dieser Gerätkombination in der Minute einen Meter Strecke entstauben. Allerdings war nur die Hälfte des Streckenquerschnittes zugänglich, und nur sie wurde gereinigt. Durch zwei Schläuche, wie sie für Abbauhämmer

Following the working principle of Mr. Bikerbajev's de-duster, we have tried to adapt this machine to work more efficiently in the usual working conditions in our mines. For this purpose we have made it a mobile unit.

In order to determine the type of de-duster, we thought it should be simple, easy to transport and as independent as possible of all sources of power supply.

Furthermore, its output must be high for the dust of less than 5 microns. A de-duster working in accordance with the venturi principle seemed most suitable for this purpose.

As the loss of water from the de-duster in the form of fine droplets was high, an apparatus for recuperating same by centrifugal force was constructed.

The report gives a list of the various observations made during the experiments carried out on prototypes, and indicates the solution applied to the difficulties encountered.

Finally, we constructed a de-duster 0.50 m wide removing the dust from 4.5 m^3/sec air for a static underpressure at the fan of approximately 235 mm CE. The weight of dust removed for coal dust of the following size consist :

11.77 %	*0.2 — 0.5 micron*
84.99 %	*0.5 — 5 microns*
3.24 %	*5 microns*

is approx. 98.7 %.

The water loss from the whole amounts to approx. 0.25 litre per minute per m^3/sec of air aspiration.

The water collected in the recuperator returns by gravity to the de-duster where it is returned to the circuit.

Up till now, no acceptable solution has been found to remove the slurry from this water circulating in a closed circuit.

For the suspension of these dusts deposited on the walls of the galleries, we have constructed a machine of the tourniquet type, including four arms turning around a horizontal axis. Each arm consists of a pipe from which the compressed air is emitted and sweeps the wall. To obtain satisfactory cleaning of the walls, the distance between the end of the arms and the wall may be 40-45 cm. It is not advisable to extend the pipes by flexible rubber sections.

In a gallery supported by Toussaint Heintzmann arches, this system has allowed an advance of one metre per minute. It must, however, be pointed out that only half the section of the gallery was accessible and it was the wall concerned that was cleaned. The machine was supplied with com-

üblich sind, wurde dem Gerät Druckluft mit einer Spannung von 4 atü zugeführt.

pressed air with a pressure of 4 kg by two flexible tubes for pick-hammers.

---

1. INTRODUCTION

Lors de la réunion des Directeurs des Stations d'essais tenue en 1961 à Varsovie, M. Bikerbajev [1] a présenté un travail concernant un appareil pour dépoussiérer les galeries de mines, composé d'une soufflante mobile et d'une station fixe de dépoussiérage. La soufflante met en suspension les poussières sédimentées sur les parois des galeries de façon que l'air du chantier puisse les véhiculer vers la station de dépoussiérage. Celle-ci comprend des pulvérisateurs, une pompe à eau avec filtre-presse, des berlines et des tabliers légers fixés aux parois et ramenant l'eau de ruissellement des pulvérisateurs dans les berlines.

Cette application nous a paru très intéressante dans le cadre de la lutte contre les coups de poussières et nous a menés à l'étude d'un appareil qui assurerait les mêmes fonctions, mais qui serait entièrement mobile.

Nous avons pu, sous le patronage de la Communauté Européenne du Charbon eé de l'Acier, reprendre l'étude de cette idée en vue de son application dans les mines belges notamment. C'est le résultat de ce travail que nous exposons dans cette communication.

2. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU DEPOUSSIEREUR [2] [3] [4] [5]

Le dépoussiéreur doit, autant que possible, répondre aux conditions suivantes :

1) Il doit être indépendant d'une source d'alimentation d'eau.
2) Il doit pouvoir passer dans les galeries de retour d'air de chantier. Comme encombrement approximatif, nous avons pris :

   largeur : 1,20 m
   hauteur : 1,70 m
   longueur : 5,00 m
3) Le principe de son fonctionnement, son montage et son transport doivent être simples.
4) La capacité de dépoussiérage doit se situer entre 8 et 10 m^3/s d'air, débit moyen des chantiers d'abattage en Belgique, vu que c'est le courant d'air du chantier qui véhicule les poussières mises en suspension.

1. INLEIDING

Tijdens de bijeenkomst van de Directeurs van Proefstations te Warschau in 1961 heeft de heer Bikerbajev [1] een werk voorgesteld betreffende een toestel voor het ontstoffen van mijngalerijen, bestaande uit een beweegbare blaasinrichting en een vast ontstoffingsstation. De blaasinrichting brengt het stof dat op de galerijwanden ligt in suspensie zodat de luchtstroom van de werkplaats het naar de ontstoffer kan brengen. Deze ontstoffer bestaat uit een aantal sproeiers, een pomp met persfilter, wagens en enkele lichte goten die tegen de wanden bevestigd worden en dienen om het druipwater van de sproeiers terug in de wagens te laten lopen.

Deze inrichting leek ons zeer interessant uit oogpunt van de bestrijding der stofontploffingen en wij hebben besloten een toestel te bestuderen dat dezelfde taak zou hebben doch volledig beweegbaar zou zijn.

Wij hebben de studie van deze idee opnieuw kunnen ter hand nemen dank zij de steun van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal, met het oog op een toepassing ervan meer bepaald in de Belgische mijnen. Het is het resultaat van deze studie dat hier wordt meegedeeld.

2. WERKINGSPRINCIEP VAN DE ONTSTOFFER [2] [3] [4] [5]

De ontstoffer moet zo veel mogelijk voldoen aan de volgende voorwaarden :

1) hij mag niet afhangen van een waterbevooradingspunt;
2) hij moet kunnen vervoerd worden langs de luchtkeergalerijen der werkplaatsen; wij hebben de volgende benaderende omvang vastgesteld :

   breedte : 1,20 m
   hoogte : 1,70 m
   lengte : 5,00 m
3) hij moet volgens eenvoudige princiepen werken, en kunnen opgebouwd en vervoerd worden;
4) de ontstoffingscapaciteit moet liggen tussen 8 en 10 m^3/s, namelijk het gemiddelde luchtdebiet van de ontginningswerkplaatsen in België; het is immers de luchtstroom van de werkplaats die het in suspensie gebrachte stof meevoert;

5) Son rendement, pour les poussières inférieures à 5 microns, doit être élevé; nous avons trouvé, en effet, que la granulométrie numérique de la poussière pouvait être :

diamètre	*pourcentage*
0,2—0,5 micron	12 %
0,5— 5 microns	85 %
supérieur à 5 microns	3 %

Parmi les différents principes connus de fonctionnement de dépoussiéreur, nous avons retenu celui qui est représenté à la figure 1. Il nous a semblé le plus facile à adapter aux conditions que nous avions fixées a priori.

5) hij moet een hoog rendement hebben voor de stofdeeltjes die kleiner zijn dan 5 mikron; als mogelijke korrelsamenstelling van het stof hebben wij immers gevonden :

doormeter	*percentage*
0,2 — 0,5 mikron	12 %
0,5 — 5 mikron	85 %
groter dan 5 mikron	2 %

Uit de verschillende bestaande werkingsprinciepen voor ontstoffers hebben wij datgene gekozen dat in figuur 1 wordt voorgesteld. Het scheen ons toe dat dit toestel het gemakkelijkst kon worden aangepast aan de voorwaarden die wij op voorhand hebben bepaald.

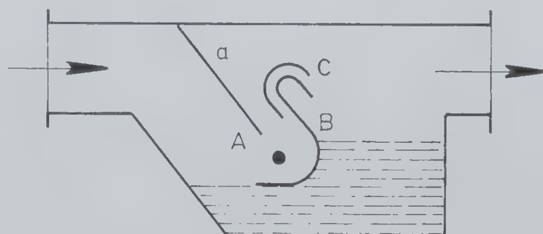


Fig. 1.

Schéma du principe de fonctionnement du dépoussiéreur.

Schematische voorstelling van het werkingsprincipe van de ontstoffer.

Il comporte un conduit horizontal de section rectangulaire avec un renflement inférieur contenant de l'eau et une chicane en forme de S. Sous l'action d'un ventilateur axial aspirant, l'air à dépoussiérer y circule de gauche à droite. En entrant dans le canal en S, cet air entraîne une lame d'eau qui forme, à l'aval, des rideaux et un brouillard de gouttelettes.

Les poussières sont captées, soit par impact avec les gouttelettes d'eau, soit par force centrifuge contre les parois courbées humides. Le principe de dépoussiérage se rapproche donc très sensiblement de celui du venturi humide classique. Toutefois, le col du venturi est disposé de façon que la dispersion et la pulvérisation de l'eau soient obtenues par l'écoulement du fluide à dépoussiérer même. On n'a donc pas besoin de pompe ni de pulvérisateur. Il est évident que, dans ces conditions, la dépression nécessaire au ventilateur est plus élevee.

Un avantage supplémentaire de ce type de dépoussiéreur est son rendement élevé pour les poussières fines qui se laissent mouiller [6] [7].

Het bestaat uit een horizontale leiding met een rechthoekige doorsnede en een verdikking die water bevat alsmede een S-vormig schot. Een axiale zuigende ventilator doet de lucht erdoor cirkuleren van links naar rechts. Bij het binnenkomen in het S-vormig kanaal sleept de lucht een dunne waterlaag mee die verderop watergordijnen en een nevel van fijne druppeltjes vormt.

De stofdeeltjes worden opgevangen, hetzij door botsing met de waterdruppels, hetzij door de middelpuntvliedende kracht die ze tegen de gekromde en vochtige wanden slingert. De ontstoffing verloopt bijgevolg volgens een princiep dat erg gelijkt op dat van de klassieke natte venturi. De hals van de venturi is evenwel zo opgevat dat de verspreiding en verstuiving van het water veroorzaakt wordt door het te ontstoffen fluidum zelf. Men heeft dus geen pomp of verstuiver nodig. Het is duidelijk dat de ventilator in die omstandigheden een hogere onderdruk nodig heeft.

Een bijkomend voordeel van dit type van ontstoffer is het hoog rendement voor fijne stofdeeltjes die door water bevochtigd worden [6] [7].

3. ETUDE ET EVOLUTION

Nous avons d'abord construit un prototype dont l'orifice d'entrée mesurait 0,50 m de largeur et 0,25 m de hauteur.

Les premiers essais nous ont démontré que nous aurions à augmenter le débit, qui s'élevait à 1 m^3/s seulement pour une dépression de 125 mm CE, et à réduire les pertes d'eau.

3. STUDIE EN EVOLUTIE

Wij hebben eerst een prototype gebouwd waarvan de ingang een breedte had van 0,50 m en een hoogte van 0,25 m.

De eerste proeven toonden aan dat het debiet, dat slechts 1 m^3/s bedroeg voor een onderdruk van 125 mm waterkolom, moest vermeerderd worden, en dat het waterverbruik moest beperkt worden.

31. Essais visant à augmenter le débit d'air pour une même dépression et constatations s'y rapportant

1) Les profils d'entrée ont été modifiés de façon à avoir une dépression auprès de la paroi sur tout le parcours et obtenir ainsi un profil aérodynamique (fig. 2).



Fig. 2.

Dépoussiéreur à profil aérodynamique.

Ontstoffingsapparaat met aerodynamisch profiel.

2) Les parois du canal en S ont été rendues rugueuses car le passage de la couche limite à l'état turbulent entraîne une diminution de la résistance.

3) Les parois d'impact ont été perforées car la pression derrière ces parois est inférieure à la pression des zones non troublées et la résistance due à « l'effet d'aspiration » est importante.

4) Des essais effectués avec différentes largeurs de la section horizontale du canal en S à hauteur du seuil inférieur où l'air contourne la paroi d'impact montrent que le débit aspiré n'augmente pas avec cette largeur. Dans nos conditions expérimentales, la dimension optimale est située entre 100-125 mm.

5) Le niveau de l'eau dans le bac du dépoussiéreur, celui-ci étant à l'arrêt, dépend du rendement « dépoussiérage » voulu.

6) En fonctionnement, il s'établit une différence du niveau d'eau en amont et en aval du canal en S, égale à la dépression nécessaire pour véhiculer l'air à travers ce canal.
Le volume du dépoussiéreur derrière le canal en S doit être tel que ce phénomène puisse se réaliser.

7) Une étude de différents profils du canal en S a permis d'augmenter le débit de 20 à 25 %. Les graphiques de la figure 3 montrent, pour quatre profils différents, comment la vitesse de l'air aspiré varie avec la dépression statique au ventilateur. Le graphique n° 2 concerne le dépoussiéreur à profil aérodynamique représenté à la figure 2.
Le graphique 3 correspond au profil 3 (fig. 3, en bas); le graphique 4 correspond au profil 4 et la courbe 5 concerne le profil 5. Le

31. Proeven tot vermeerdering van het luchtdebiet bij gelijkblijvende onderdruk en daarmee in verband staande vaststellingen

1) De profielen van de ingang werden zodanig gewijzigd dat er langs de wand een onderdruk ontstond over heel de omtrek, hetgeen neerkomt op een aerodynamisch profiel (fig. 2).

2) De wanden van het S-kanaal werden ruw gemaakt; wanneer de grenslaag bij het doorstromen in turbulentie komt betekent dit een vermindering van de weerstand.

3) De schokwanden werden doorboord, want de druk is achter deze wanden lager dan de druk in de gestoorde zones en de weerstand te wijten aan het « zuigeffect » is belangrijk.

4) Proeven uitgevoerd met verschillende horizontale breedten van het S-kanaal ter hoogte van de onderste drempel, waar de luchtstroom rond de schokwand draait, tonen aan dat het aangezogen debiet niet toeneemt met deze breedte. Volgens onze experimentele bevindingen ligt de optimale afmeting tussen 100 en 125 mm.

5) Het waterpeil in de bak van de ontstoffer, wanneer deze niet in werking is, hangt af van het gewenste « ontstoffingsrendement ».

6) Tijdens de werking ontstaat er een peilverschil voor het water voor en achter het S-kanaal, dat gelijk is aan de onderdruk nodig om het water door dit kanaal te doen cirkuleren.
Het volume van de ontstoffer achter het S-kanaal moet van die aard zijn dat dit verschijnsel kan tot stand komen.

7) Dank zij een studie van de verschillende profielen van het S-kanaal heeft men het debiet met 20 tot 25 % kunnen verhogen. De grafieken van figuur 3 tonen hoe de snelheid van de aangezogen lucht verandert met de statische ondruk van de ventilator, voor vier verschillende profielen. Grafiek nr 2 heeft betrekking op de ontstoffer met aerodynamisch profiel voorgesteld op figuur 2. Grafiek nr 3 heeft betrekking op het profiel 3 (zie figuur 3 onderaan); grafiek 4 heeft betrek-

graphique 4 paraît naturellement le plus intéressant.

8) Alors qu'une fente de 50 mm d'ouverture au bas de la paroi d'impact n'augmente le débit aspiré que de 25 % environ pour une même dépression statique au ventilateur, une fente *f* en haut de cette même paroi (fig. 4) permet d'augmenter les débits de 100 %. Pour obtenir une pulvérisation suffisante d'eau à hauteur de cette fente, l'ouverture du venturi

king op profiel 4 en de kromme 5 op profiel 5. Grafiek 4 is klaarblijkelijk de beste.

8) Terwijl een opening met een breedte van 50 mm onderaan de schokwand het debiet van de aangezogen lucht met slechts ongeveer 25 % verhoogt voor dezelfde statische onderdruk van de ventilator, betekent een spleet aan de bovenkant van dezelfde wand (fig. 4) een vermeerdering van het debiet met 100%. Wil men een voldoende verstui-

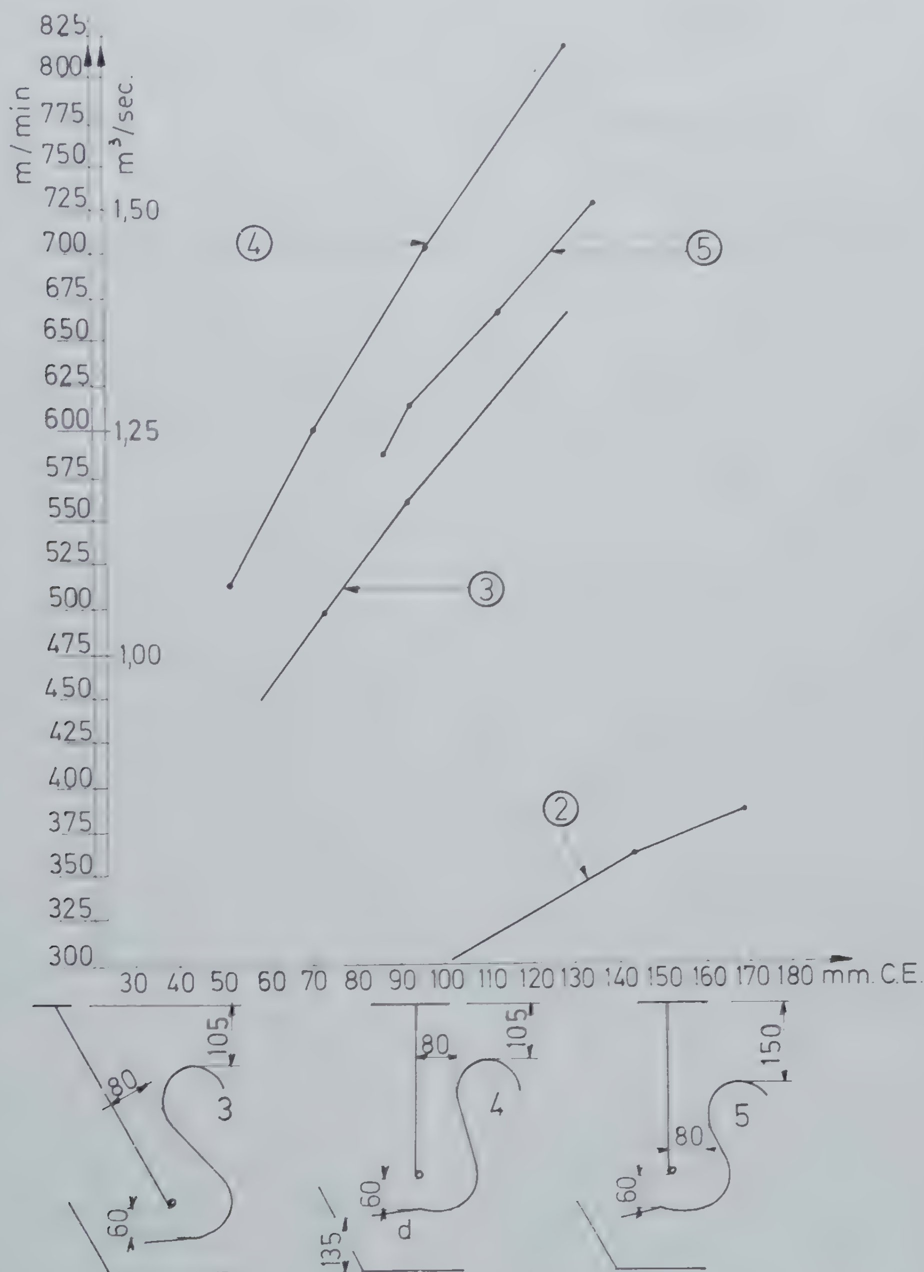


Fig. 3.

Graphique indiquant l'influence de la dépression sur le débit pour différents profils du canal en S.

Grafiek met de invloed van de onderdruk op het debiet voor verschillende profielen van het S-kanaal.

du bas doit dépasser une valeur minimale; une ouverture plus grande n'influence que d'une façon négligeable le débit total.
Le graphique 1 de la figure 5 montre comment la variation de la dépression au ventilateur influe sur le débit aspiré (voir également la fig. 3).

ving van het water bekomen ter hoogte van deze spleet, dan moet de opening van de venturi beneden, een bepaalde waarde te boven gaan; een grotere opening heeft slechts een verwaarloosbare invloed op het totaal debiet.
Grafiek 1 van figuur 5 toont welke invloed een verandering van de onderdruk van de ventilator heeft op het totaal debiet (zie eveneens fig. 3).

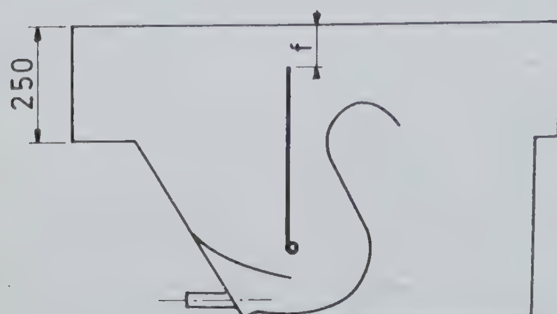


Fig. 4.

Dépoussiéreur avec fente en haut de la paroi d'impact.
Ontstoffer met spleet boven in de schokwand.

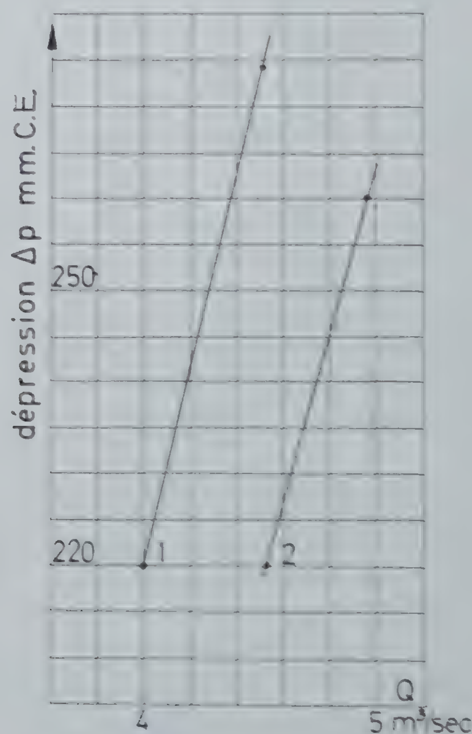


Fig. 5.

Graphique indiquant l'influence de la dépression sur le débit pour le dépoussiéreur avec fente en haut de la paroi d'impact.

Grafiek met de invloed van de onderdruk op het debiet voor een ontstoffer met spleet boven in de schokwand.

9) Un examen de l'écoulement de l'air à l'entrée du dépoussiéreur nous a guidés pour profiler cette entrée. L'effet sur le débit aspiré et la dépression nécessaire est démontré par le graphique 2 de la figure 5 qui est à comparer avec le graphique 1 qui concerne le même appareil non profilé. De plus, ce profil permet de « coller » le rideau d'eau à hauteur de l'orifice supérieur.

9) Een onderzoek van de doorstroming van de lucht aan de ingang van de ontstoffer is ons tot leidraad geweest bij het bepalen van het profiel van deze ingang. De invloed hiervan op het aangezogen debiet en de vereiste onderdruk wordt gegeven door grafiek 2 van figuur 5; men moet die grafiek vergelijken met grafiek 1, die betrekking heeft op hetzelfde toestel zonder profilering. Bovendien heeft dit profiel tot gevolg dat het watergordijn « blijft hangen » ter hoogte van de bovenste opening.

10) La pulvérisation de l'eau à hauteur de l'orifice supérieur est améliorée en remplaçant la paroi supérieure horizontale par une paroi en forme de convergent-divergent (fig. 10).

11) La quantité d'air aspiré à travers le canal en S représente 30 à 40 % du débit total.

32. Perte d'eau

La perte d'eau comprend :

— une perte par entraînement de fines gouttelettes par le courant d'air;
— une perte due à l'évaporation.

321. Perte par entraînement

Comme la perte par entraînement de fines gouttelettes d'eau par le courant d'air est fort importante et que des bavettes de différentes formes dans le dépoussiéreur sont inefficaces, nous avons été amenés à étudier un récupérateur d'eau à placer en aval du dépoussiéreur. Comme le dépoussiérage se continue partiellement dans le récupérateur d'eau, nous avons ainsi pu diminuer le rendement du dépoussiéreur proprement dit et augmenter, de cette façon, le débit d'air aspiré sans perte de rendement total.

a) *Récupérateur à chicanes* (fig. 6)

Ce récupérateur consiste en un bac de 1,50 m de longueur et de 0,5 × 0,5 m² de section. Dans le bac sont placés deux ou trois panneaux verticaux de 0,5 m de hauteur et de 0,25 m de largeur, ayant un rebord de 1 cm. Les panneaux sont fixés alternativement à l'une ou l'autre des parois longitudinales. Pour un débit d'air d'environ 1 m³/s, la récupération des gouttelettes oscillait entre 80 et 95 %.

b) *Récupérateur cylindrique* (fig. 7)

Ce récupérateur consiste en un tuyau de 47 cm de diamètre et 2 m de longueur. A la paroi intérieure sont disposées, en hélice à deux entrées, deux bandes de tôle de 4 cm de largeur, la largeur étant perpendiculaire à l'axe. Ces bandes ont pour but d'entretenir le mouvement de rotation

10) De verstuiving van het water ter hoogte van de bovenste opening wordt verbeterd als men de horizontale bovenwand vervangt door een convergerend-divergerende wand (fig. 10).

11) De hoeveelheid lucht die door het S-kanaal gezogen wordt bedraagt 30 tot 40% van het totale debiet.

32. Waterverlies

Het waterverlies is samengesteld als volgt :

- fijne druppeltjes die door de luchtstroom worden meegesleept;
— verdamping.

321. Verlies door meesleping

Het verlies van kleine waterdruppeltjes die door de luchtstroom worden meegesleept is zeer belangrijk en verschillende soorten van schermen die in de ontstoffer werden gehangen waren niet doeltreffend; daarom hebben wij moeten denken aan een waterrecuperator stroomafwaarts van de ontstoffer. Aangezien de ontstoffing in de recuperator gedeeltelijk verder gaat hebben wij het rendement van de eigenlijke ontstoffer kunnen verminderen en dus de hoeveelheid aangezogen lucht kunnen vergroten zonder vermindering van het totale rendement.

a) *Schottenrecuperator* (fig. 6).

Deze recuperator bestaat uit een bak met een lengte van 1,50 m en een sectie van 0,50 × 0,50 m². In deze bak staan twee of drie vertikale panelen met een hoogte van 0,50 m en een breedte van 0,25 m, met een boord van 1 cm. De panelen worden afwisselend aan de éne of de andere zijkant vastgemaakt. Met een debiet van ongeveer 1 m³/s schommelt de recuperatie van de druppeltjes tussen 80 en 95 %.

b) *Cilindrische recuperator* (fig. 7).

Deze recuperator bestaat uit een buis met een lengte van 2 m en een doormeter van 47 cm. Tegen de binnenwand staan, onder de vorm van een dubbele schroef, twee plaatijzeren banden met een breedte van 4 cm, met de breedte loodrecht op de as. Deze banden dienen om de wer-



Fig. 6.
Récupérateur à chicanes.
Schottenrecuperator.

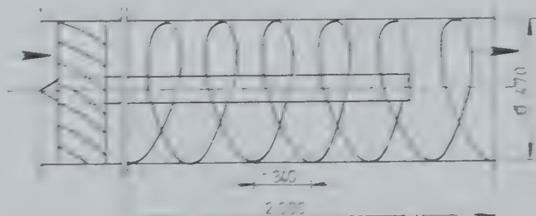


Fig. 7.
Récupérateur cylindrique.
Cilindrische recuperator.

communiqué à l'air par un jeu d'aubes déviatrices placé à l'entrée du récupérateur. La récupération des gouttelettes d'eau est donc assurée par essorage. Dans la partie basse se trouve un bac pour collecter l'eau récupérée contre les parois. Cette eau est ramenée par un tuyau vers le bac du dépoussiéreur et ainsi remise en circulation.

Ce récupérateur à force centrifuge présente au passage de l'air une résistance plus faible que le récupérateur à chicanes. D'autre part, la récupération d'eau est supérieure. En effet, pour un débit d'air aspiré de 2-2,5 m^3/s et 20 litres/min d'eau, l'air sortant est sec.

Toutefois, une partie de l'eau déposée est entraînée par l'air en rotation et sort du récupérateur, en suivant les parois.

Ce récupérateur a été employé pour des débits d'air allant jusqu'à 4-5 m^3/s. Dans ce dernier cas, il y a une perte acceptable de fines gouttelettes entraînées par l'air. Un tuyau de 14 cm de diamètre placé dans l'axe du récupérateur et muni de petites aubes déviatrices n'améliore pas le rendement au point de vue de la récupération.

En fonctionnement, il y a un déplacement d'air vers le ventilateur dans le bac à eau même du récupérateur. Ce courant d'air entraîne les conséquences suivantes :

— le niveau de l'eau, dans le bac, est le plus élevé du côté du ventilateur;
— la surface de l'eau du bac est troublée de façon telle que des gouttelettes d'eau sont arrachées et emportées vers le ventilateur;
— des gouttelettes d'eau tombant dans le bac sont entraînées par l'air.

Pour limiter ces phénomènes, nous avons recouvert le bac à eau de grilles perforées de différentes façons; nous avons rempli le bac de copeaux de PVC pour adopter finalement des plans inclinés (fig. 8). D'autre part, le bac à eau doit être suffisamment profond.

veling in stand te houden, die aan de lucht wordt gegeven door een stel leischoepen aan de ingang van de recuperator. De waterdruppeltjes worden dus gerecupereerd door middelpuntvliedende kracht. Onderaan staat een bak die het water, dat langs de wanden wordt opgevangen, opneemt. Dit water wordt langs een buis naar de bak van de ontstoffer en zo terug in kringloop gebracht.

Deze middelpuntvliedende recuperator heeft een kleinere luchtweerstand dan de schottenrecuperator. Anderzijds recupereert hij meer water. Voor een aangezogen luchtdebiet van 2 tot 2,5 m^3/s en een hoeveelheid water van 20 liter/min levert hij aan de uitgang droge lucht af.

Evenwel wordt een gedeelte van het neergeslagen water door de roterende lucht meegesleept om zo, langs de wanden, uit de recuperator te ontsnappen.

Deze recuperator werd gebruikt voor debieten gaande tot 4-5 m^3/s. In het laatste geval heeft men een aannemelijk verlies van fijne druppeltjes die door de lucht worden meegevoerd. Plaatst men in de as van de recuperator een buis met een doormeter van 14 cm die voorzien van kleine leischoepen, dan betekent dit geen verbetering uit oogpunt recuperatie.

Tijdens de werking is er in de waterbak van de recuperator een luchtverplaatsin in de richting van de ventilator. Deze luchtverplaatsing heeft tot gevolg :

— dat het waterpeil in de bak het hoogst is aan de kant van de ventilator;
— dat het wateroppervlak in de bak verstoord wordt zodat waterdruppeltjes worden meegerukt en afgevoerd naar de ventilator;
— dat waterdruppeltjes bij het vallen in de bak door de lucht worden meegevoerd.

Om dit verschijnsel in te dijken hebben wij de waterbak bedekt met verschillende soorten van roosters; wij hebben de bak gevuld met spaanders of krullen PVC en tenslotte hellende vlakken toegepast (fig. 8). Anderzijds moet de waterbak diep genoeg zijn.

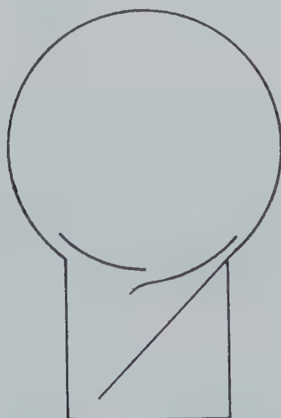


Fig. 8.

Plan incliné pour guider l'eau récupérée vers le bac collecteur.

Hellend vlak waarlangs het gerecupereerd water afgeleid wordt naar de verzamelbak.

Le graphique 1 de la figure 9 indique comment le débit aspiré à travers un récupérateur de 0,69 m de diamètre et de 2,20 m de long change avec la dépression au ventilateur; le graphique n° 2 concerne le même récupérateur équipé du système d'aubes déviatrices.

Grafiek 1 van figuur 9 toont de verandering van het debiet aangezogen doorheen een recuperator met een doormeter van 0,69 m en een lengte van 2,20 m in functie van de onderdruk van de ventilator; grafiek 2 heeft betrekking op dezelfde recuperator uitgerust met een stel leischoepen.

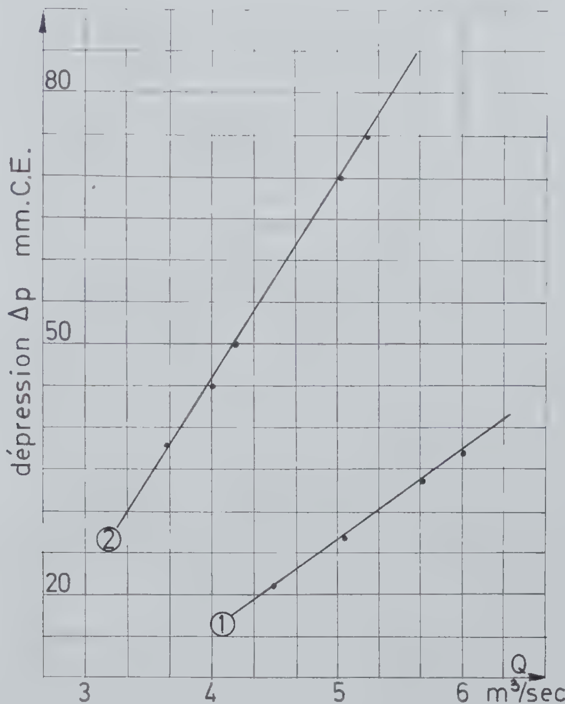


Fig. 9.

Graphique indiquant l'influence de la dépression sur le débit pour un récupérateur cylindrique.

Grafiek met de invloed van de onderdruk op het debiet voor een cilindrische recuperator.

Ces aubes augmentent non seulement la dépression, mais elles influent également d'une façon défavorable sur l'inclinaison de la courbe.

L'étude du récupérateur de 0,69 m a été abandonnée car nous avons jugé que, pour atteindre un débit de 9 m^3/s, il était préférable de coupler en parallèle deux dépoussiéreurs de 4,5 m^3/s, prolongés chacun par un récupérateur de 0,47 m de diamètre.

Deze schoepen verhogen niet alleen de onderdruk, maar ze hebben een slechte invloed op de helling van de kromme.

Wij hebben de studie van de recuperator van 0,69 m opgegeven, omdat wij geoordeeld hebben dat men een debiet van 9 m/s beter kan opvangen door twee ontstoffers van 4,5 m^3/s in parallel te koppelen en achter elk een recuperator te plaatsen met een doormeter van 0,47 m.

322. Perte par évaporation

La perte en eau due à l'évaporation a été calculée au moyen de la formule :

$$M_v = 0{,}622 \times 1{,}293 \times \frac{RE}{p - RE} \times \frac{1}{1 + \alpha T} V.$$

- M_v : quantité d'eau présente dans l'air
- R : humidité relative
- E : pression de saturation
- p : pression atmosphérique

en mesurant les températures sèches et humides avant et après le dépoussiérage (le dépoussiérage étant assuré par le dépoussiéreur suivi du récu-

322. Verlies door verdamping

Het verlies van water door verdamping werd uitgerekend met de volgende formule :

$$M_v = 0{,}622 \times 1{,}293 \times \frac{RE}{p - RE} \times \frac{1}{1 + \alpha T} V.$$

- M_v : Hoeveelheid water aanwezig in de lucht
- R : relatieve vochtigheid
- E : verzadigingsdruk
- p : atmosferische druk

waarbij men de droge en de vochtige temperatuur meet voor en na het ontstoffen (het ontstoffen gebeurt in de ontstoffer gevolgd door de recu-

pérateur). Les résultats obtenus sont repris dans le tableau ci-dessous (température environ 18 °C).

débit d'air en m^3/s	eau évaporée en g/min
4,5	430
4,8	840
4,8	510
2,8	220
2,8	510

La perte d'eau par évaporation varie donc entre 100 et 200 g/min par m^3 d'air aspiré.

En ajoutant à l'eau des produits comme de l'huile minérale ou des polyglycols, on augmente la perte par entraînement de fines gouttelettes.

4. ENSEMBLE DEPOUSSIEREUR-RECUPERATEUR

Les essais décrits antérieurement nous ont amenés au dépoussiéreur-récupérateur représenté à la figure 10. L'orifice d'entrée du dépoussiéreur a une largeur et une hauteur de 0,50 m, les autres dimensions étant reprises sur la figure.

Le récupérateur a un diamètre intérieur de 0,47 m et une longueur totale de 2 m. La largeur des deux bandes de tôle disposées en vis d'Archimède est de 3,5 cm et le pas pour chaque hélice de 34 cm.

Entre le dépoussiéreur et le récupérateur se trouve un élément cylindrique avec des aubes déviatrices.

L'évacuation des eaux récupérées vers le dépoussiéreur se trouve du côté sortie du récupérateur, le niveau d'eau dans le bac étant le plus élevé à cet endroit. Les tuyaux souples employés mesurent 80 mm de diamètre utile.

perator). De bekomen resultaten worden gegeven in de volgende tabel (temperatuur van ongeveer 18° C).

luchtdebiet in m^3/s	waterverdamping in g/min
4,5	430
4,8	840
4,8	510
2,8	220
2,8	510

Het verlies van water door verdamping schommelt dus tussen 100 en 200 gr/min per m^3 aangezogen lucht.

Voegt men aan het water produkten toe zoals minerale olie of polyglycol, dan verhoogt men het verlies door meesleping van fijne druppeltjes.

4. HET GEHEEL ONTSTOFFER - RECUPERATOR

De zoëven beschreven proeven hebben gevoerd tot het bouwen van de ontstoffer-recuperator voorgesteld in figuur 10. De ingang van de ontstoffer heeft een breedte en een hoogte van 0,50 m, de andere afmetingen vindt men op de figuur.

De recuperator heeft een inwendige doormeter van 0,47 m en een totale lengte van 2 m. De breedte van de twee banden in plaatijzer, die als een schroef van Archimedes aangebracht zijn, bedraagt 3,5 cm en elke schroef heeft een pas van 34 cm.

Tussen de ontstoffer en de recuperator staat een cilinder voorzien van leischoepen.

De afvoer van het gerecupereerde water naar de ontstoffer staat aan de uitgang van de recuperator, omdat het waterpeil op dat punt het hoogst is; de soepele slangen hebben een inwendige doormeter van 80 mm.

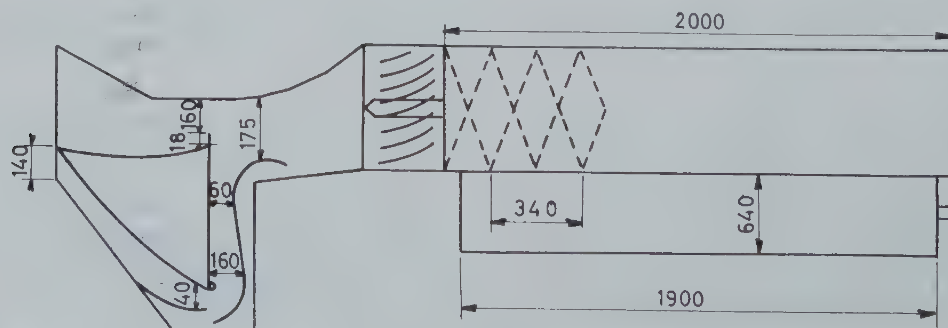


Fig. 10.
Ensemble dépoussiéreur-récupérateur.
Het geheel ontstoffer-recuperator.

Pendant le fonctionnement, la différence des niveaux d'eau dans les deux appareils doit être supérieure à la différence des dépressions régnant en ces endroits; autrement, on aspire de l'eau du dépoussiéreur vers le récupérateur. Pour un débit d'air aspiré d'environ 3,5 m^3/s, le volume d'eau qui retourne du récupérateur vers le dépoussiéreur est approximativement de 80 litres/min. La quantité d'eau mise en mouvement dans le dépoussiéreur est supérieure à ce débit, car une première récupération se fait déjà dans le dépoussiéreur même.

En modifiant l'importance de l'ouverture du haut du dépoussiéreur, on peut varier les débits d'air aspiré; il faut toutefois veiller à ce que la vitesse de l'air dans le canal en S reste suffisamment élevée afin d'obtenir un bon entraînement et une bonne pulvérisation de l'eau. Pour une capacité de 4,5 m^3/s, la dépression statique au ventilateur est d'environ 235 mm C.E. et la perte d'eau, de 1 litre/min, ce qui correspond à une consommation de 0,2-0,25 litre/min par m^3/s d'air aspiré.

Le dépoussiéreur peut être équipé d'une réserve d'eau de 90 litres ou plus.

Un problème qui n'a pas trouvé de solution est l'évacuation des poussières récupérées. En raison de la grande finesse des poussières abattues, on a dû écarter l'emploi des multi-cyclones Stamicarbone (Maastricht) placés entre dépoussiéreur et récupérateur. Des essais ont prouvé que l'eau schlammeuse ne gêne pas le bon fonctionnement du dépoussiéreur, pour autant que la concentration en poussière ne dépasse pas les 600 g par litre d'eau.

5. EFFICACITE DU DEPOUSSIEREUR-RECUPERATEUR

Les mesures ont été faites par l'Institut d'Hygiène des Mines de Hasselt au moyen d'un précipitateur thermique placé à 2,50 m de l'orifice de refoulement du ventilateur. Le précipitateur est placé à l'air libre (sans gaine), ce qui fait que les résultats ne peuvent être considérés que comme étant des « ordres de grandeur » vraisemblables. Débit moyen d'air aspiré : 2,3 m^3/s.

Poussières :

genre : charbon broyé
débit du générateur de poussières : 530 g/min
concentration gravimétrique totale : 3.865 mg/m^3
granulométrie numérique :

0,2 — 0,5	micron	— 11,77 %
0,5 — 5	microns	— 84,99 %
> 5	microns	— 3,24 %

Tijdens de werking moet het verschil in waterpeil tussen de twee toestellen groter zijn dan het verschil in onderdruk op die twee punten; anders zuigt men water van de ontstoffer naar de recuperator. Met een debiet aangezogen lucht van ongeveer 3,5 m^3/s bedraagt het watervolume dat van de recuperator terugkeert naar de ontstoffer zowat 80 liter/minuut. De hoeveelheid water die in de ontstoffer wordt in beweging gebracht is groter dan dit debiet : een eerste recuperatie gebeurt immers reeds in de ontstoffer zelf.

Door de omvang van de opening bovenaan de ontstoffer te veranderen kan men het debiet aangezogen lucht wijzigen; toch moet men erop letten dat het luchtdebiet in het S-kanaal groot genoeg blijft opdat het water goed zou worden meegenomen en verstoven. Met een debiet van 4,5 m^3/s is de onderdruk aan de ventilator ongeveer 235 mm waterkolom en het waterverlies 1 liter/min, hetgeen overeenkomt met een waterverbruik van 0,2-0,3 liter/min per m^3/s aangezogen lucht.

De waterreserve van de ontstoffer kan hoogstens 90 liter bedragen.

Een probleem dat nog niet opgelost is, is het afvoeren van het gerecupereerde stof. Wegens de grote fijnheid van het neergeslagen stof heeft men moeten afzien van de multi-cyclonen Stamicarbone (Maastricht) tussen de ontstoffer en de recuperator. Proeven hebben aangetoond dat het slikhoudend water geen beletsel betekent voor de goede werking van de ontstoffer, zolang de concentratie niet hoger gaat dan 600 g stof per liter water.

5. DOELTREFFENDHEID VAN DE ONTSTOFFER-RECUPERATOR

De metingen werden uitgevoerd door het Instituut voor Mijnhygiëne te Hasselt met behulp van een thermische precipitator geplaatst op 2,50 m van de persopening van de ventilator. De precipitator staat in de open lucht (zonder kap), hetgeen betekent dat de resultaten waarschijnlijk slechts als « grootteorde » kunnen beschouwd worden.

Gemiddeld debiet aangezogen lucht : 2,3 m^3/s.

Stof :

aard : gemalen kolen
debiet van de stofgenerator : 530 g/min
totale gravimetrische concentratie : 3.865 mg/m^3
numerieke korrelsamenstelling :

0,2 — 0,5	mikron	— 11,77 %
0,5 — 5	mikron	— 84,99 %
> 5	mikron	— 3,24 %

diamètre médian numérique :

— à l'aspiration : 1,22 micron
— au refoulement : 0,64 micron

concentration totale :

— à l'aspiration : 224.945 part./cm^3
— au refoulement : 19.850 part./cm^3

répartition granulométrique des poussières :

	à l'aspiration	au refoulement
0,2 — 0,5 micron	26.475 part./cm^3	7.760
0,5 — 5 microns	191.180 part./cm^3	11.180
> 5 microns	7.290 part./cm^3	340

Efficacité.

— en nombre de particules :

poussières de	0,2 — 0,5 micron	70 %
	0,5 — 5 microns	94 %
	5 — 10 microns	95 %
poussières de toutes granulométries		91 %

— en poids de poussières 98,7 % (si toutefois la répartition des empoussiérages suit une même loi de distribution logarithmique normale à l'amont comme à l'aval du dépoussiéreur et si le facteur de forme reste inchangé).

Des mesures effectuées au moyen de plaquettes vaselinées de 10 × 1 cm^2 de surface ont donné des rendements supérieurs à 99 % dans les conditions suivantes :

débit d'air aspiré en m^3/s	poussières en g par m^3/s d'air aspiré
2,6	32
3,5	19,9
3,4	19,5
3,6	18,4

6. MISE EN SUSPENSION DES POUSSIERES (fig. 11)

Pour la mise en suspension des poussières déposées sur les parois des galeries, nous avons essayé trois systèmes différents. Celui qui a donné le plus de satisfactions consiste en un appareil rotatif équipé de quatre bras qui tournent autour d'un axe horizontal et qui balaient à l'air comprimé les parois de la galerie.

Nous avons pu essayer cet appareil dans une galerie de chantier revêtue de cadres Toussaint-Heintzmann placés à environ 50 cm l'un de l'au-

numeriek gemiddelde doormeter :

— bij aanzuiging : 1,22 mikron
— aan de perszijde : 0,64 mikron

totale concentratie :

— bij aanzuiging : 224.945 part./cm^3
— aan de perszijde : 19.850 part/cm^3

korrelverdeling van het stof :

	bij aanzuiging	aan de perszijde
0,2 — 0,5 mikron	26.475 part/cm^3	7.760
0,5 — 5 mikron	191.180 part/cm^3	11.180
> 5 mikron	7.290 part/cm^3	340

Doeltreffendheid.

— in aantal partikulen :

stof van	0,2 — 0,5 mikron	70 %
	0,5 — 5 mikron	94 %
	5 — 10 mikron	95 %
alle korrelgrootten		91 %

— in stofgewicht 98,7 % (ten minste indien de stofverdeling eenzelfde normale logarithmische verdeling volgt aan beide zijden van de ontstoffer en indien de vormfactor dezelfde blijft).

Metingen uitgevoerd met vaselineplaatjes van 10 × 1 cm^2 hebben een rendement van meer dan 99 % gegeven in de volgende omstandigheden :

debiet aangezogen lucht in m^3/s	stof in g/m^3/s aangezogen lucht
2,6	32
3,5	19,9
3,4	19,5
3,6	18,4

6. HET IN SUSPENSIE BRENGEN VAN HET STOF (Fig. 11)

Om het stof, dat om de galerijwanden neergeslagen is, in suspensie te brengen, hebben wij drie systemen beproefd. Datgene dat het meeste voldoening heeft gegeven bestaat uit een draaiend apparaat met vier armen die wentelen rondom een horizontale as en perslucht tegen de wanden van de galerij blazen.

Wij hebben dit toestel kunnen beproeven in een werkplaatsgalerij ondersteund met Toussaint-Heintzmannramen op zowat 50 cm afstand van

tre, avec sclimbage en fers à béton. Les conditions d'essais y étaient défavorables. En effet, le long d'une paroi de cette galerie, à 80 cm du sol, étaient suspendues une ligne de canars de 50 cm de diamètre et, à côté de celle-ci, une tuyauterie à air comprimé de 15 cm de telle sorte que la moitié de la section était pour ainsi dire inaccessible. Le débit d'air s'élevait à 15 m^3/s. Nous avons réalisé les essais dans la moitié accessible de la galerie.

L'appareil était alimenté en air comprimé par deux flexibles de marteaux-piqueurs à la pression de 4 kg/cm^2

elkaar, bekleed met betonijzer. De proef verliep in ongunstige omstandigheden. Tegen de wand van deze galerij hing immers op een hoogte van 80 cm van de vloer een kokerleiding met een doormeter van 50 cm, en daarnaast een persluchtleiding van 15 cm zodat om zo te zeggen de helft van de sectie ontoegankelijk was. Het luchtdebiet bedroeg 15 m^3/u. Wij hebben de proef uitgevoerd in die helft van de galerij die toegankelijk was.

De voeding van het toestel gebeurde langs twee slangen van afbouwhamers, met perslucht op een druk van 4 kg/cm^2.

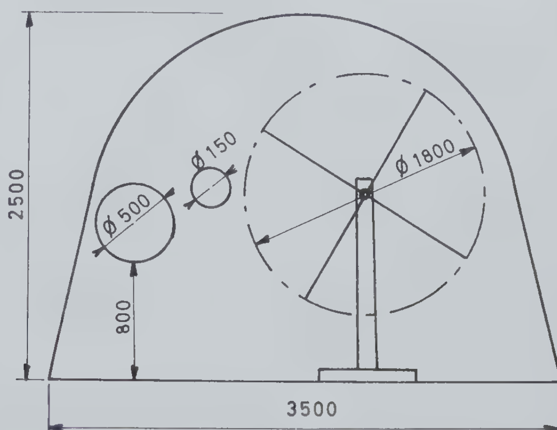


Fig. 11.

Système pour la mise en suspension des poussières.

Systeem voor het in suspensie brengen van het stof.

Des résultats satisfaisants ont été obtenus avec un dispositif présentant trois bras droits et un bras légèrement courbé, de façon à obtenir une vitesse de rotation d'environ 42 tours/min. Deux bras droits portent à leur extrémité une tuyère de 7,75 mm de diamètre. Le diamètre des orifices des deux autres bras mesurait 11,25 mm. Avec cet appareil, la distance entre les extrémités des bras et la paroi à nettoyer peut atteindre 40-45 cm. Le coin formé par le sol et le pied des cadres est bien nettoyé, ce qui n'est pas le cas si la vitesse de rotation est plus élevée.

Dans la galerie en question, la vitesse d'avancement a pu atteindre environ 1 m/min.

Bevredigende resultaten werden bekomen met een toestel met drie rechte en een licht gebogen arm, waarmee een draaisnelheid bereikt werd van zowat 42 omwentelingen per minuut. Twee rechte armen hebben op hun uiteinde een pijpje met een doormeter van 7,75 mm. De doormeter van de openingen der twee andere armen was 11,25 mm. Met dit toestel mag de afstand tussen de uiteinden der armen en de wand die moet gereinigd worden 40-45 cm bedragen. De hoek tussen de vloer en de voet van de ramen wordt goed gereinigd, hetgeen niet het geval is wanneer de rotatiesnelheid hoger ligt.

In de betrokken galerij heeft men kunnen vooruitgaan met een snelheid van 1 m/min.

7. CONCLUSIONS

Nous disposons d'un dépoussiéreur d'une capacité maximale de 4,5 m^3/s qui n'a que 0,50 m de largeur et dont le rendement « dépoussiérage » est satisfaisant. Pour des débits plus élevés, il suffit de placer en parallèle deux ou plusieurs unités en réglant éventuellement le débit aspiré pour chaque unité.

Jusqu'à présent, il n'existe aucune unité complète pour l'industrie. Signalons toutefois que nous construisons actuellement un dépoussiéreur

7. BESLUITEN

Wij beschikken over een ontstoffer met een maximum capaciteit van 4,5 m^3/s die slechts 0,50 m breed is en met een bevredigend ontstoffingsrendement. Voor een hoger debiet moet men er enkel twee of meer langs elkaar zetten in parallel en eventueel het debiet regelen dat door elk ervan wordt aangezogen.

Tot nu toe bestaat er geen enkele volledige eenheid voor de industrie. Toch vermelden wij dat wij momenteel werken aan de bouw van een ont-

qui aura un débit d'air aspiré de 2,5 m^3/s et qui sera placé dans une ligne de canars de 0,5 m de diamètre. Dans cette dernière application, la quantité de poussière à abattre est de l'ordre de 3 g par m^3/s d'air aspiré.

stoffer voor een debiet aangezogen lucht van 2,5 m^3/s die zal geplaatst worden in een kokerleiding met een doormeter van 0,5 m. In dit laatste geval moet een hoeveelheid stof neergeslagen worden van de orde van grootte van 3 g/m^3 aangezogen lucht.

BIBLIOGRAPHIE — BIBLIOGRAFIE

[1] B.D. BIKERBAJEV : « Moyens nouveaux de prévention et de localisation des explosions de la poussière de charbon ».
Communication n° 57 à la réunion des Directeurs des Stations d'essais - Varsovie 1961.

[2] H. HEISSBAUER : « Verkleinerung des Leistungsabfalls zwischen Streb und Schacht durch starke Betriebszusammenfassung und straffe Organisation der nachgeschalteten Dienste ». Glückauf, 27.9.1961.

[3] BUSCHE UND WIELANDT : « Vollmechanisches Beseitigen von Staub und Feinkohle aus Gleisanlagen unter Tage mit einer neuen Gleisbettreinigungsmaschine ». Glückauf, 17.3.1965.

[4] COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER - HAUTE AUTORITE : « Lutte technique contre les poussières dans les mines (1966-1967-1968) ».

[5] LE DINH : « Les laveurs de gaz et leur application dans l'industrie des engrais complexes ».
Chimie et Industrie-Génie Chimique (septembre 1967).

[6] GREENOUGH : « Report 156 du Safety in Mines Research Establishment ».
(April 1959).

[7] LAPPLE et KAMACK : « Performance of wet dust scrubbers ».
Chemical Engineering Progress (March 1955).

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classees, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. **A 25.411** Fiche n° **56.699**

A. BOUROZ. Le Carbonifère du Nord de la France. — **Annales de la Société Géologique du Nord,** Tome XXXIX, 1969, 1er trimestre, p. 47/65, 7 fig.

Le Carbonifère du Nord de la France se compose d'un Dinantien et d'un Namurien complets et d'un Westphalien qui comporte les sous-étages A, B, C et une fraction du D. On donne la répartition des faunes et des flores et un aperçu de la tectonique dans le bassin le plus important (Nord-Pas-de-Calais) ainsi que dans ceux du Boulonnais et de Picardie.

Résumé de la revue.

Biblio. 82 réf.

IND. **A 352** Fiche n° **56.592**

L. BUBENICEK. Calcul des réserves du gisement de fer de Lorraine à l'aide d'un ordinateur (méthode élaborée par l'I.R.S.I.D.). — **Chambre Syndicale des Mines de Fer de France,** Bulletin Technique, n° 100, 1970, 3me trimestre, p. 187/200, 6 fig.

Cette nouvelle méthode de calcul, en faisant appel aux techniques modernes de traitement de l'information sur ordinateur, permet : — d'introduire toutes les données d'ordre géologique, qui sont en fait les seules données constantes et dont l'ensemble représente les ressources du gisement, avant toute exploitation; - de tenir compte des lois de variabilité des différents paramètres dans le gisement (puissance, teneur...) et d'associer un chiffre de variance à chaque résultat obtenu, en utilisant les méthodes géostatistiques; - de tenir

compte de l'état actuel des travaux miniers, des différentes servitudes imposées à l'exploitant (stots de protection...) ou liées à l'exploitation (zones de failles, rivières) ; - de faire varier, à volonté, les critères de définition des couches exploitables, les teneurs de coupure, la puissance minimum, ou certains paramètres d'ordre économique. Les résultats seront alors présentés sous forme de courbes de réserves , en fonction de paramètres miniers ou économiques, actuels ou futurs.

Résumé de la revue.

Biblio. 16 réf.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 32** Fiche n° **56.620**

R.B. HEWES. Tunnelling machine sinks slope. *Une machine à creuser les tunnels creuse une galerie inclinée.* — **Coal Age**, 1970, septembre, p. 98/99, 4 fig.

La Hanna Coal C°, dans l'Ohio, creuse une galerie de 4,10 m de diamètre à 16° d'inclinaison sur 500 m (environ) avec une machine rotative, à travers 155 m de morts-terrains, grès, argile, calcaire et schiste. La tête coupante est munie de rouleaux à insertions de métal dur. Derrière deux séries de quatre poussoirs hydrauliques forment un appui. Des vérins hydrauliques poussent la tête contre le front de coupe. On compte sur un avancement de 12 m/jour. Des difficultés de soutènement ont été éprouvées pendant le creusement des 60 premiers mètres. La couche que l'on doit exploiter a 1,50 m en moyenne.

IND. **B 4110** Fiche n° **56.569**

HOUILLERES DU BASSIN DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS. Mécanisation des tailles dans une veine de grande ouverture à mauvaises épontes. Mise au point d'un soutènement marchant lourd et du havage bidirectionnel dans un panneau de Saint-Victor au 13 de Nœux des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. — **Revue de l'Industrie Minérale**, 1970, septembre, p. 577/600, 45 fig. Charbonnages de France. Note technique 5/70.

La veine Saint-Victor, bien que d'épaissenr supérieure à 2 m et dépourvue d'intercalaires, a posé de graves problèmes pour son exploitation en plateure, par la mauvaise qualité de ses épontes. La mécanisation par rabot ou haveuse et le soutènement métallique en porte-à-faux n'ont jamais été praticables à cause des éboulements. Il fallait se résigner à l'abattage au marteau-piqueur avec renforcement du soutènement par piles de bois sur effondreurs et boisage en veine. Mais l'avancement était lent : 1,75 m/jour et le rendement chantier : 5,28 t/Hp. A l'occasion de la mise en exploitation d'un panneau fraîchement découpé, on adopta l'équipement de mécanisation ci-après : 1) Abatteuse-chargeuse à tambour « Ranging Anderson » modifiée : la largeur du tambour ayant été portée à 750 mm et en adoptant le treuil et le moteur de haveuse S A16. 2) Soutènement mécanisé par piles Monobloc à 2 files solidaires, se déplaçant par halage avec le blindé, grâce à un vérin horizontal. 3) Convoyeur blindé de taille « Westfalia PF1 » de 650 mm, le nettoyage après havage assuré par un rabot-ancre à ailerons de réglage (vitesse 0,5 m/s). 4) Au pied de taille, un répartiteur PF1 à palettes rehaussées débitant sur une bande de 1 m de largeur. 5) La prévention contre les poussières, d'une part, par infusion profonde à partir des voies un mois avant le passage de la taille et, d'autre part, infusion complémentaire à partir des fronts, avec pulvérisation le long des fronts et arrosage intensif de l'arrière-taille. *Organisation :* régime de travail à 4 postes/jour; le havage est bidirectionnel : un sillon au toit en montant, un autre au mur en descendant. *Résultats :* avancement moyen : 3,83 m/jour, rendement moyen chantier : 10,424 t/Hp, prix de revient taille : 15,685 FF/t nette.

IND. **B 4112** Fiche n° **56.551**

R.H. FREEMAN. Longwalling in the United States. Eastern Associated experience. *Les longues tailles aux Etats-Unis. L'expérience de la Eastern Associated Coal Corp.* — **Colliery Guardian, Annual Review of the Coal Industry**, 1970, septembre, p. 44/50, 4 fig.

La Eastern Associated Coal Corp. a commencé en 1952 à exploiter par longues tailles, en Virginie Ouest. L'équipement consistait en rabots Westfalia et étançons à frottement. Ceux-ci, nécessitant trop de main-d'œuvre, ont été remplacés depuis 1960 par des soutènements à progression mécanique à 4 étançons de 30 t, puis à la suite d'un éboulement dû au poids du toit en grès massif, par des unités à 5 étançons de 55 t et des étançons à double action de 140 t. Des abatteuses-chargeuses ont partiellement remplacé les rabots dans 4 tailles sur 11 de 8 sièges d'exploitation. L'article décrit les opérations et leurs développements dans la mine n° 1 de Kopperston : taille rabattante de 105 m, panneau de 870 m, couche de 1,30 m, profondeur de 120 à 180 m. Un tableau synoptique résume les conditions d'exploitation, productions, rendements, main-d'œuvre obtenus. Les rendements moyens taille varient entre 30 et 50 t/Hp. Une seconde mine, où les conditions sont assez différentes, est également décrite avec ses particularités d'exploitation. D'une manière générale, les avantages des longues tailles ont été bien constatés : déhouillement meilleur (pourcentage de récupération), sécurité, main-d'œuvre, etc...

IND. **B 4211** — Fiche n° **56.552**

W. ROWELL. Modern equipment in steep longwall conditions. *L'équipement moderne dans l'exploitation par longues tailles avec forte pente.* — **Colliery Guardian, Annual Review of the Coal Industry,** 1970, septembre, p. 65/67, 6 fig.

Sous le Firth of Forth se trouvent plusieurs couches puissantes jusqu'à 6 m, inclinées de 30 à 80 cm/m constituant de riches réserves à moins de 1000 m de profondeur. Les charbonnages qui en ont entrepris l'exploitation ont naturellement dû tenir compte de ces conditions et y adapter les équipements. Les soutènements à progression mécanique principalement ont reçu des modifications justifiées par la pente. La confection des épis de remblais dans la voie de fond est difficile et doit être aidée par des artifices de protection spéciaux. De même, les niches de taille exigent certaines mesures particulières. Les convoyeurs blindés de taille permettent l'abattage dans les deux directions avec machines A B125 cv à freins hydrauliques et sous châssis. L'exploitation avançante présentant des inconvénients, surtout d'importants recarrages de voies, on a décidé de recourir à la méthode rabattante en faisant servir la voie supérieure de chaque section de voie de fond de la section suivante au-dessus. Pour le creusement des voies, on utilise la machine Demag VS 1 à tête foreuse portée par un bras pivotant, les creusements se faisant en montant.

IND. **B 512** — Fiche n° **56.611**

V. FORMANEK. Die äkonomische Abhängigkeit und optimale Grenze der Anwendung von Gleis- und Bandförderung im Abraumbetrieb unter den im Nordbömischen Braunkohlenrevier herrschenden Bedingungen. *La dépendance économique et la limite optimale de l'application du transport par rails et par bande pour l'évacuation des déblais sous les conditions qui règnent dans le district des lignites de Bohême du Nord.* — **Bergbautechnik,** 1970, octobre, p. 533/542, 6 fig.

L'auteur traite du problème — toujours d'actualité — qui concerne la technologie d'extraction et de transport des produits et qui est directement impliqué dans la dépendance des coûts de revient de la découverte et de l'évacuation des morts-terrains, pour un transport, soit par rails, soit par bandes. Dans le cas particulier dont il est question ici, l'auteur détermine la distance pour laquelle il y a équivalence de coût, entre un transport par rails par wagons de 96 m^3 de capacité, d'une part, et un convoyeur à bande de 1,60 m de largeur, capable d'un débit horaire de 3.500 m^3, d'autre part. L'auteur estime que les paramètres essentiels dont il a tenu compte dans le présent calcul sont ceux qui généralement prévalent dans les mines de lignite à découvert du Nord de la Bohême.

Biblio. 22 réf.

IND. **B 53** — Fiche n° **56.610**

W. HEIDENREICH. Zur Schubspannungsverteilung unter Böschungen. *La distribution de la contrainte de cisaillement sous des talus.* — **Bergbautechnik,** 1970, octobre, p. 523/525, 5 fig.

Initialement, la méthode développée par l'auteur permet de déterminer le comportement résistant — non linéaire — à un effort de cisaillement dans les calculs de la pression terrestre effectués selon la loi de Rankine, en vue de déterminer les effets produits par un tel comportement de sols sans cohésion sur la distribution des contraintes de cisaillement à la base des talus, des tas et des barrages de poids. La méthode fut ensuite appliquée aux zones de discontinuité des talus, les pressions des terres ainsi obtenues servant à développer les calculs des contraintes de cisaillement s'exerçant à la base du talus selon la méthode Rendulic.

Biblio. 4 réf.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 245** — Fiche n° **56.616**

J.F. WISS. Blasting shakes the earth. Controversial facets of blasting damage potential. *Les tirs à l'explosif ébranlent la terre. Discussion sur le potentiel de dommage des tirs.* — **Rock Products,** 1970, août, p. 81/84, 5 fig.

Les ondes d'ébranlement transmises par le sol lors des tirs de carrières ont une longueur de 60 à 90 m et une hauteur dépendant de la charge d'explosif ainsi que de la distance. La vibration en un point est déterminée par le rapport de la distance à la racine carrée de la charge, rapport appelé « distance échelonnée ». Il ne faut pas confondre « vitesse des particules » du terrain mis en mouvement avec « vitesse de propagation » des ondes. L'article étudie les facteurs qui déterminent ces valeurs et les relations qui les lient. Le but est d'évaluer les effets des tirs sur les bâtiments de la surface du sol au voisinage d'une carrière et de limiter ces effets à un niveau acceptable. Le sismographe peut fournir des mesures de la « distance échelonnée » et des expériences effectuées dans plusieurs carrières ont permis de fixer la « vitesse de particules » tolérable aux environs de 5 cm/s. Pratiquement, dans la moyenne des cas, on pourrait limiter la charge à 1/2 kg par délai (charge explosant à un instant donné) à 15 m ou 50 kg à 150 m. Mais la mesure de la « distance échelonnée » au sismographe peut conduire à accepter des charges très supérieures suivant les cas.

IND. **C 44** Fiche n° **56.546**

N. INNAURATO et S. PELIZZA. Scavo di gallerie con tunneler. *Le creusement des galeries avec machine.* — **Industria Mineraria,** 1970, août, p. 465/480, 21 fig. et septembre, p. 526/541, 12 fig.

I. L'article présente une étude extensive de l'emploi des machines rotatives continues à creuser les galeries avec évacuation des déblais. Il donne une représentation schématique des éléments qui constituent une telle machine, puis décrit les premières machines construites vers le milieu du siècle dernier pour le creusement des tunnels de chemin de fer. Les machines modernes sont de types divers suivant qu'elles doivent attaquer des roches plus ou moins meubles ou des roches dures. Des exemples illustrent la conception des principales réalisations. Les outils de coupe, rouleaux coniques, font l'objet de descriptions, ainsi que les moyens d'évacuation des déblais, et les modes de propulsion. L'article traite également le problème de la transmission de la puissance, de la régulation de la vitesse et des services auxiliaires. - II. L'application du laser à la direction du creusement des galeries et tunnels peut s'adapter à l'emploi des machines rotatives à pleine section, compte tenu de ce que celles-ci sont incapables de réaliser des forages suivant une courbe à rayon réduit. L'article montre la méthode utilisée à cet effet et les solutions adoptées par différents constructeurs de machines pour s'y adapter. Des photographies illustrent l'aspect et les parties essentielles de ces machines. L'article expose ensuite les exigences de l'organisation des chantiers avec l'emploi des machines de creusement et en fournit quelques exemples d'application. Il se termine par quelques observations en conclusion : avantages, inconvénients et un long tableau résumant les particularités de nombreux travaux exécutés : types de machine, nature du travail, caractéristiques de la machine, ses prestations, avancements réalisés.

Biblio. 471 réf.

IND. **C 6** Fiche n° **56.690**

J. CHARLON. L'explosif nucléaire au service de l'ingénieur. — **L'équipement mécanique. Carrières et matériaux n° 98,** 1970, novembre, p. 41/45, 5 fig.

Les U.S.A. et l'U.R.S.S. ont développé des programmes de recherches et d'expérimentation pour l'emploi de fortes charges nucléaires à des fins industrielles pour une gamme d'applications qui couvrent l'ensemble des besoins prévisibles, tant dans les pays fortement industrialisés que dans les pays en voie de développement. L'auteur expose les principales applications dans le domaine des travaux publics et des mines ci-après : I. Les barrages. II. Excavation de tranchées pour passage d'autoroutes ou de voies ferrées. III. Excavation de ports. IV. Industrie minière. - a) Tir d'abattage de grand volume de matériaux, b) Explosif nucléaire de lixiviation, c) Explosif nucléaire de panel-caving et de block-caving. L'auteur étudie en particulier la courbe de cratering pour des charges nucléaires simples (ponctuelles) et des formes de cratères en fonction des profondeurs d'implantation de ces charges.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 120** Fiche n° **56.345**

M.F. BOLLO et P. MARINIER. Rapports entre les caractéristiques résistantes des massifs rocheux et les résultats des mesures d'auscultation sismique ou électrique par résistivité. — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 249/251, 2 fig.

Le présent travail examine les difficultés trouvées pour utiliser pratiquement les résultats des mesures géophysiques (sismiques, de réfraction ou résistives) pour obtenir des résultats pratiques d'utilisation réelle dans les projets et travaux pour les aéroports, voies terrestres et autres ouvrages analogues où les conditions de résistance des formations géologiques sont déterminantes. Ces problèmes viennent dant la plupart des cas de fausses identifications des matériaux. La nécessité d'études suffisamment complètes parait la voie de solution. Une bonne expérience peut, jusqu'à un certain point, limiter le volume de recherches nécessaires mais dans tous les cas l'identification et l'étalonnage deviennent des éléments indispensables. Une attention importante doit être apportée à la détermination de la densité de mesures plus utile.

Biblio. 5 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 122** Fiche n° **56.334**

M.D. RUIZ, N.F. MIEDEA et C.M. NIEBLE. Some considerations regarding the shear strength of rock masses. *Quelques considérations concernant la résistance au cisaillement des massifs rocheux.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 159/169, 14 fig.

Cette communication traite des critères de rupture habituellement adoptés pour permettre l'interprétation des résultats d'essais de cisaillement « in situ ». De nombreux essais de glissement sur des blocs de roche non remaniés ont été réalisés afin de déterminer la valeur de la cohésion et la relation $t\sigma$. Dans cet article, on démontre que l'équation de l'enveloppe moyenne d'un massif rocheux peut être exprimée sous la forme $t = C + A\sigma K$. Les auteurs présentent les résultats

de 47 essais de cisaillement « in situ » exécutés sur des blocs de roche de la fondation du barrage de « Ilha Solteira ».

Biblio. 10 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 122** Fiche n° **56.335**

H.G. LOCHER. Some results of direct shear tests on rock discontinuities. *Quelques résultats d'essais de cisaillement direct sur des discontinuités de roches.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 171/173, 4 fig.

La connaissance de la résistance au cisaillement sur les discontinuités de la roche (stratifications, failles, etc.) est d'un intérêt particulier pour la solution de problèmes pratiques de stabilité dans le domaine de la mécanique des roches. Cet article décrit un essai de cisaillement permettant de déterminer en particulier l'angle de frottement sur de telles discontinuités. En outre sont résumés quelques résultats d'essais effectués sur différents types de roche.

Biblio 3 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 122** Fiche n° **56.338**

S.U. ROMERO. « In situ » direct shear tests on irregular surface joints filled with clayey material. *Essais de cisaillement direct « in situ » sur des joints à surface irrégulière remplis de matériaux argileux.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 189/194, 5 fig.

On commente ici quelques résultats d'essais de cisaillement direct « in situ ». Ces essais furent réalisés au barrage de Canelles afin de déterminer la résistance au cisaillement le long des joints de calcaire, de forme irrégulière et remplis d'argile. On observe les différences dans les paramètres de la ligne de résistance intrinsèque conformément à l'ouverture du joint et au taux d'injection appliqué pour la consolidation.

Résumé de la revue.

IND. **D 122** Fiche n° **56.339**

G. COMES et G. FOURNIER. Mesure en place de la résistance au cisaillement d'une marne. — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 195/199, 5 fig.

Les auteurs présentent les essais de cisaillement réalisés en souterrain sur les marnes. La préparation des essais a été conduite avec beaucoup d'attention et de soin afin d'éviter la détérioration des blocs d'essais. L'analyse des mesures effectuées au cours des essais, a permis de mettre en évidence un certain nombre de critères de rupture qui se groupent en deux types (topométriques, physiques). La dégradation des qualités mécaniques de la marne en fonction de l'évolution du remaniement a pu être mise en évidence au cours des essais.

Biblio. 5 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 13** Fiche n° **56.354**

L.K. LEE et B. CHAPPEL. Stress distribution in a rock mass. *Distribution des contraintes dans un massif rocheux.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 321/327, 7 fig.

Les auteurs analysent une méthode expérimentale pour déterminer la distribution des contraintes dans un modèle de massif rocheux fissuré. Ce modèle, appelé modèle à blocs sans traction, consiste en unités élastiques linéaires disposées systématiquement pour simuler la masse rocheuse réelle. Les contraintes de traction ne peuvent être transmises en profondeur et la résistance au cisaillement des joints est purement de frottement. Les unités (1" x 1" x 1/2") se forment à partir d'un matériau photoélastique. En partant de mesures de contrainte dans une unité, en combinaison avec une solution analytique qui fait le rapport des efforts interunité avec les efforts intra-unités, on peut déterminer un système d'efforts le long des limites de chaque unité. Dans cet article, on considère le cas particulier du système des contraintes sous une semelle d'appui et on présente les résultats expérimentaux. On fait ressortir l'importance de l'état des contraintes initiales dans la distribution des accroissements de contrainte.

Biblio 7 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 21** Fiche n° **56.343**

V. ESCARIO. Failure patterns in a rock cut resting on clay. *Modes de rupture d'une paroi rocheuse reposant sur de l'argile.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 237/242, 7 fig.

On a creusé une paroi de roche de 30 m de hauteur sur un versant pour la préparation d'une parcelle où allait être construit un immeuble. Le fond de l'excavation a atteint une couche épaisse d'argile et pénétra même à certains endroits à 1 ou 2 mètres à l'intérieur de cette couche. Les échantillons d'argile montrèrent qu'on pouvait parvenir à des conditions d'équilibre limite là où on pénétrait dans l'argile, la rupture pouvant se produire dans ce cas. Cela dans l'hypothèse que la charge de roche est flexible. Cependant, comme ce n'est pas la réalité, on a observé des failles

locales à la base de la roche. Il n'y a eu aucune rupture généralisée de la masse rocheuse. Cela est dû au fait que la charge de roche a été redistribuée jusqu'aux points les plus durs et à l'intérieur de la masse. Par contre, il s'est formé une série de cavités remplies par les blocs détachés. Dans d'autres cas, il y eut des éclatements de roche, à la base. Afin d'éviter de plus grands dommages, on propose deux solutions différentes : a) La construction d'une rangée de pieux en béton à la base du talus et ancrés dans la roche, b) Surcharger la base par des blocs lourds de béton ancrés également dans la roche.

Résumé de la revue.

IND. **D 220** Fiche n° **56.347**

H.G. DENKHAUS. The significance of stress in rock masses. *L'importance des contraintes dans les massifs rocheux.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 263/271, 8 fig.

La détermination des contraintes sur un point implique la mesure des 6 composants de la formation. Une nouvelle cellule à déformation triaxiale conçue par Leeman, rend cette détermination possible par 3 rosettes d'extensomètres collées aux parois du trou (de 38 mm de diamètre) en des points qui forment 90, 180 et 315° entre eux. On doit comprendre que les grandeurs mesurées sont relatives, mais la technique d'« overcoring » permet la détermination des « contraintes absolues » à condition que le massif rocheux soit élastique. On donne deux exemples d'emploi pratique de la cellule de déformation triaxiale, à savoir la détermination des contraintes naturelles sur un quartzite à 1770 m de profondeur et dans une dunite interstratifiée avec serpentine à 350 m de profondeur. Dans les deux cas, les trois contraintes normales furent les principales. On commente l'emploi des contraintes dans la mécanique des roches. Ce terme convient pour spécifier une condition de fracture, pour décrire le comportement de charge - déformation des masses rocheuses et la pression latérale de roche due à des phénomènes géologico-tectoniques. Cependant, on doit parler de la partie élastique de la déformation. On doit également faire une différence nette entre le comportement plastique précité et la déformation plastique.

Biblio 6 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 2220** Fiche n° **56.351**

N.O. BOUGHTON. Correlation of measured foundation with the "in situ" rock properties. *Corrélation entre le module mesuré dans une fondation rocheuse et les propriétés de la roche « in situ ».* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 303/306, 4 fig.

L'auteur présente les résultats des essais in situ effectués pour déterminer le module de déformation de la fondation à l'emplacement des trois barrages en Tasmanie. Ceux-ci lui ont permis d'obtenir une corrélation entre le module de déformation et les propriétés physiques du rocher. Certains écarts importants de la corrélation observés montrent que la méthode des essais et aussi les contraintes élevées dans le rocher peuvent influencer le module qui est donné par les essais.

Résumé de la revue.

Biblio 2 réf.

IND. **D 2220** Fiche n° **56.362**

M. VIDAL PARDAL. Considérations fondamentales préalables à la détermination des propriétés des massifs rocheux de fondation. — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 379/381.

La connaissance détaillée du terrain doit constituer la condition préalable à la réalisation des essais effectués en vue de déterminer les propriétés qu'il importe de connaître pour les fondations des grands ouvrages; ainsi préalablement à l'exécution des essais il est donc nécessaire de savoir ce qu'on veut mesurer. En conséquence, les relevés de reconnaissance des massifs rocheux revêtent une grande importance et doivent s'étendre tant en extension qu'en profondeur, sans se fier à l'homogénéité ou à l'hétérogénéité statique des massifs. Le délai imposé à la réalisation de cette reconnaissance devra être suffisamment long pour ne pas devoir réduire la recherche des preuves de toutes classes qui les complètent efficacement.

IND. **D 2221** Fiche n° **56.318**

B.J. BRUGMAN. Deformation measurement in rock with eight-point-extensometer. *Mesure de la déformation des roches avec un extensomètre à huit points.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 65/69, 10 fig.

L'article décrit un appareil de mesure qui est introduit dans un forage (longueur maximum d'environ 50 m) pour mesurer le mouvement relatif de huit points distribués le long de ce forage. Seuls les mouvements axiaux sont pris en considération. L'appareil se présente ainsi : huit fils d'acier sont fixés à différentes profondeurs du forage. Chacun de ces fils est tendu par un ressort à lame situé dans une tête de mesure se trouvant elle-même à l'orifice du forage. Les mouvements des ressorts sont mesurés, par exemple, par des capteurs inductifs. Un dispositif d'alarme indé-

pendant peut être incorporé au système pour annoncer des mouvements dangereux et pour éviter de surtendre les ressorts.

L'article donne une description de l'instrument, un exemple de mesures effectuées et quelques indications d'applications possibles.

Résumé de la revue.

IND. **D 2221** Fiche n° **56.324**

D. VILLALTA et M.F. BOLLO. Essais avec pressiomètres plans de 4 m^2 de surface pour le projet de construction du barrage de Santo Domingo dans les Andes du Venezuela. — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 91/94, 3 fig.

Les essais, objet de la présente communication, ont été réalisés jusqu'à octobre 1968 pour la construction du barrage de Santo Domingo dans les Andes du Vénézuela. Les vérins plats utilisés distribuent des contraintes sur 4 m^2 pour chaque paroi de la chambre d'essai. Les charges jusqu'à 80 kg/cm^2 de la première série d'essais donnent des faibles déformations dans de très bonnes conditions de résistance. Les charges prévues pour le barrage sont de 30 kg/cm^2. Les charges fortes (140 kg/cm^2 ou 5.600 t) n'arrivent qu'à commencer le remaniement de la surface du rocher. Des essais après traitement par injection de ciment prouvent une amélioration considérable. La phase finale des essais comprend des vérifications de l'exactitude des hypothèses de base des intégrales de Bousinesq pour la distribution d'efforts dans ce massif rocheux particulier.

Biblio 5 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 2221** Fiche n° **56.359**

G. FAUROUX, J.C. GARNIER et J. LAKSHMANN. Observation des variations de contrainte dans le rocher de fondation du barrage du Gage II par auscultation dynamique. — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 357/362, 5 fig.

L'auscultation d'un ouvrage consiste en général à répéter dans le temps les mêmes mesures de contraintes. Des expériences prometteuses ont été faites également depuis quelques années pour ausculter la fondation rocheuse des barrages à l'aide de la mesure des vitesses d'ondes sismiques. Au barrage du Gage II on a appliqué une méthode originale utilisant aussi la mesure des amplitudes. A partir de la galerie de drainage, 20 capteurs sismiques ont été scellés dans des forages, et deux dispositifs de frappe constante ont été installés. Huit séries de mesures ont été réalisées avant et pendant le remplissage de la retenue. Sur le plan technologique, les mesures ont permis de montrer la validité et l'intérêt des mesures d'amplitude réalisées à l'aide du dispositif de frappe constante. En effet, si la variation moyenne des modules d'élasticité dynamique est de 47 %, les variations d'amplitude sont encore plus nettes, puisque l'augmentation moyenne des amplitudes est de 90 % entre la 1ère et la 4ème série. Les variations de module ou d'amplitude sont les plus importantes suivant deux zones d'influence : - l'une située à la verticale de l'ouvrage, - l'autre située le long du voile d'injection. Ces zones seraient en compression lors du remplissage du barrage.

Biblio 8 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 2222** Fiche n° **56.525**

C. JEGER et M. LORY. Mécanique du front de taille. Mesures et observations faites en vue d'étudier les mécanismes de rupture d'un toit résistant et peu stratifié en taille. Veine Saint-Victor. Taille 52-57. Siège 13 de Béthune, Groupe de Lens. Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques, n° 4-1970, p. 77/99, 16 fig. Publication Cerchar n° 2059.

Compte rendu d'une campagne de mesures dans une taille du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais dans le cadre de l'étude de la mécanique du front de taille menée par le Cerchar. D'une part pour observer les conditions dans lesquelles naissent les fractures en avant du front de taille, on a étudié dans cette zone les mouvements du toit et de la veine. D'autre part, pour comprendre comment est engendré le mauvais état du toit en taille, on a étudié les mouvements et déformations des premiers mètres du toit au-dessus de la partie ouverte de la taille. Après avoir décrit les mesures effectuées et exposé leurs résultats, les auteurs en tirent les conclusions concernant le mode de rupture du toit, et l'influence de divers paramètres d'exploitation (orientation du front par rapport aux limets, vitesse d'avancement du front, rôle du front descendant, portance du soutènement).

Résumé de la revue.

IND. **D 232** Fiche n° **56.368**

K. KEIL. Fragen zur Ursache der Rutschungskatastrophe im Vajont Tal bei Longarone. *Questions posées concernant les causes du glissement catastrophique de la vallée Vajont, près de Longarone.* — **Compte rendu du symposium international de mécanique des roches,** Madrid, 1968, 22/24 octobre, p. 419/422.

L'auteur pose certaines questions sur les causes du glissement de Vajont, concernant principalement les modifications de la résistance des couches marneuses lorsqu'elles se gorgent d'eau.

Résumé de la revue.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 21** Fiche n° **56.671**

J. ROUVIER. Les phénomènes de dégagement du grisou dans le bassin houiller de Carmaux-Albi. — **Annales des Mines** (France), 1970, octobre, p. 33/54, 8 fig.

Cet article, qui est le condensé d'une longue étude entreprise à la suite de la catastrophe minière de La Tronquié (novembre 1965), dresse d'abord un inventaire et précise les caractéristiques des différentes manifestations grisouteuses enregistrées dans le bassin houiller de Carmaux-Albi. Puis, en s'appuyant sur ces multiples observations, on cherche les tendances générales de ces phénomènes. On aboutit ainsi à la définition de mesures de sécurité qui paraissent les plus efficaces et les mieux adaptées aux problèmes spécifiques de ce gisement. Ces mesures ont deux buts : 1) apprécier et prévoir l'importance des dégagements grisouteux dans un quartier donné - 2) contrôler effectivement l'importance de ces dégagements et détecter les accumulations éventuelles. Elles permettent de déterminer dans chaque quartier les dispositions optimales à prendre en matière d'équipement électrique, d'aérage et de méthodes de tir.

Résumé de la Revue.

IND. **F 30** Fiche n° **56.533**

D. RAE, W. THOMPSON et D. BEARDSHALL. A description of the Buxton full-scale surface coal-dust explosion gallery and its instrumentation. *Description de la galerie expérimentale d'explosion, en vraie grandeur, de poussières de charbon à Buxton et son équipement instrumental.* — **S.M.R.E. Research Report,** n° 260, 1970, 35 p., 17 fig.

Les auteurs décrivent la structure de la galerie d'explosion expérimentale de poussières de charbon à la station d'essais du S.M.R.E. à Buxton et ce, dans la mesure où celle-ci concerne les expériences effectuées dans la galerie. Ils traitent également de l'emplacement, de la réponse et de l'enregistrement des trois principaux types de transducteurs (cellules photoélectriques pour la vitesse de la flamme, jauges de pression et anémomètres), ainsi que des opérations relatives à la production, à l'épandage et au nettoyage de la poussière. Ils discutent de la présentation des résultats, de leur précision et de leur fiabilité, mais non de leur interprétation détaillée.

Biblio 7 réf.

H. ENERGIE.

IND. **H 430** Fiche n° **56.821**

X. Electric powers. *L'énergie électrique.* — **Coal Age,** 1970, octobre, p. 147/155, 17 fig.

Les exploitations minières de Pennsylvanie alimentant les centrales électriques de Chestnut Ridge sont elles-mêmes alimentées en courant par la Pennsylvania Electric C° à 46 kV ou 23 kV aux sous-stations de transformation. Les compagnies minières, qui sont la Barnis and Tucker, Florence Mining, Helen Mining, Greenwich Collieries et Rochester and Pittsburgh Coal, ont chacune leurs installations d'utilisation. Le courant à 13,2 kV et 15 kV est autorisé dans les travaux souterrains. L'article décrit les équipements de transformation, de distribution et d'utilisation des différents sièges d'exploitation, les dispositifs de sécurité. En plusieurs endroits, le courant électrique est amené à son point d'utilisation par un sondage à partir de la surface.

IND. **H 522** Fiche n° **56.659**

R.A. BENNETT. Thyristor controlled adjustable speed drives. *Les moteurs à vitesse variable contrôlés par thyristors.* — **Mining Technology,** 1970, octobre, p. 7/17, 26 fig.

Les redresseurs contrôlés au silicium, ou thyristors, sont analysés et leur emploi est illustré par de nombreux schémas. Des explications sont fournies sur les points suivants : Structure des cristaux formés d'associations d'atomes de silicium. Production de silicium du type négatif ou positif. Redresseur diode au silicium : construction. Thyristors et contrôle au thyristor. Oscillateur de blocage. Formes d'ondes. Application des thyristors à un moteur à vitesse variable. Amplification du contrôle. Feedback. Limite de courant. Transmission à puissance constante. Dispositifs de protection. Essais et entretien. Régénération. Application aux moteurs à courant alternatif. Une discussion fait suite à l'article.

IND. **H 552** Fiche n° **56.544**

A.E. MOLINSKI. Effects of electricity on the human body. *Les effets de l'électricité sur le corps humain.* — **Mining Congress Journal,** 1970, juillet, p. 64/68.

L'ingénieur est généralement plus informé des propriétés de l'électricité par rapport à la matière inerte que de ses réactions sur le corps humain. Les accidents imputables au courant électrique se multiplient cependant. Six facteurs déterminent les effets sur le corps type de circuit en contact; résistance du corps, valeur du courant passant à travers les tissus; partie du corps affectée; durée du contact. En ce qui concerne le type de circuit le courant continu a des effets différents de ceux du courant alternatif, la fréquence et le voltage ont également une importance dans les deux cas. La résistance du corps humain se décompose en résistance de la peau et résistance interne, dont l'article donne une analyse avec chiffres caracté-

ristiques. Passant au courant et à ses effets, il distingue les différents degrés en décrivant les conséquences : sensations plus ou moins intenses, brûlures, contractions, convulsions, pertes de conscience, fibrillations ventriculaires, mort.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 43** Fiche n° **56.613**

H. BRANDT. Vergleichende Betrachtungen zwischen einem Wirbelschichttrockner und anderen Trocknertypen für Braunkohlen und Hinweise für die Gestaltung von Wirbelschichttrocknungsanlagen zur Braunkohlentrocknung. *Considérations comparatives entre un sécheur à lit fluidisé et d'autres types de sécheurs pour lignites et indications pour la conformation d'installations de séchage à lit fluidisé en vue du séchage des lignites.* — **Bergbautechnik**, 1970, octobre, p. 549/553, 4 fig.

Eu égard au manque de caractéristiques, les résultats récoltés à Bilterfeld sur un sécheur à lit fluidisé réalisant un séchage, soit complet, soit préliminaire suivi d'un séchage subséquent du lignite ne peuvent valablement être comparés à ceux obtenus avec d'autres types de sécheurs utilisés couramment dans l'agglomération des lignites. Les différences de conception et de réalisation qui existent entre les différents types individuels de sécheurs sont trop grandes pour une base parfaite de comparaison des caractéristiques spécifiques déterminées pour l'évaporation de l'eau. Les sécheurs à lit fluidisé présentent toutefois des avantages lorsqu'on compare leurs résultats à ceux des procédés de séchage bien connus dans lesquels le séchage s'opère par un flux de gaz chaud. Les résultats en question ont trait à la consommation spécifique de calories réalisant l'évaporation d'eau, la conduite et le contrôle de l'opération et la sécurité.

Biblio 10 réf.

ND. **I 43** Fiche n° **56.612**

H. BRANDT. Untersuchungen zur Vor- und Volltrocknung von Braunkohlen in der Wirbelschicht. *Etudes du préséchage et du séchage complet de lignites dans un lit fluidisé.* — **Bergbautechnik**, 1970, octobre, p. 542/549, 5 fig.

A des considérations portant sur la possibilité de transférer à l'échelle industrielle le séchage des lignites à l'aide d'un agent à haute température, les vitesses de turbulence (vortex) mesurées lors d'essais à froid effectués à petite échelle au laboratoire, l'auteur fait suivre les résultats récoltés au cours d'essais de préséchage et de séchage complet du lignite dans un lit fluidisé. Il donne ensuite un compte rendu des difficultés rencontrées pour procéder 1) Au séchage partiel, c-à-d de l'humidité de surface des lignites et en particulier, des lignites de Welzow-Sud et de Borna-Est. Dans la fraction granulométrique 0-30 mm (et ce, eu égard à leur teneur en eau requise pour l'agglomération). 2) Au séchage total des lignites de Bitterfeld, dans les fractions granulométriques 0-30 mm et 0-6,2 mm.

Biblio. 16 réf.

IND. **I 9** Fiche n° **56.529**

A. BULLET. Intérêt des méthodes de traitement à sec pour l'enrichissement des minerais. — **Mines et Chimie**, n° 145, 1970, septembre/octobre, p. 39/52, 11 fig.

L'auteur passe brièvement en revue les procédés et appareils de traitement à sec le plus couramment employés pour l'enrichissement des minerais. Il les caractérise individuellement en gros, en souligne l'intérêt propre et définit le champ d'application des méthodes spécifiques ci-après : 1) Broyages sélectifs suivis de classifications granulométriques. 2) Gravimétrie : tables pneumatiques à air soufflé, pulsé, débouchant progressivement sur le jig à air. 3) Le grillage magnétisant en lit fluidisé. 4) La séparation magnétique à basse intensité de champ, qui permet de concentrer des minéraux ferro ou ferrimagnétiques. 5) La séparation magnétique à haute intensité de champ, qui s'adresse aux para, antiferromagnétiques et à certaines ferrimagnétiques. 6) La séparation magnétique dite « à champ concentré » dont relèvent assez généralement des minéraux dont les aptitudes magnétiques sont intermédiaires à celles des minéraux précédemment cités. 7) L'électrostatique, dite aussi « séparation à haute tension » qui utilise les propriétés différentielles de conductibilité électrique des différents constituants des associations minérales.

Y. CONSTITUTION. PROPRIETES ET ANALYSE DES COMBUSTIBLES SOLIDES FOSSILES.

IND. **Y 42** Fiche n° **56.650**

R.W. BOWN. The relation between calorific value and ash content for British industrial grade coals. *La relation entre le pouvoir calorifique et la teneur en cendres des charbons britanniques classés.* — **Journal of the Institute of Fuel**, 1970, novembre, p. 461/466, 5 fig.

L'objectif de l'auteur est de découvrir les extensions typiques des dispersions existant dans la relation entre pouvoir calorifique et teneur en cendres (teneur corrigée de l'humidité) tant pour des charbons classés pris individuellement que pour des groupes de tels charbons. Ces extensions sont établies par examen de données non publiées

fournies par le NBC. En traitant ces données sur la base des teneurs en cendres corrigées, on obtint les dispersions sous une forme qui convient pour indiquer directement la précision probable de la teneur en cendres en tant que mesure du pouvoir calorifique et ce, en connexion avec des utilisations possibles telles que le contrôle rapide en ligne de l'alimentation en charbon pulvérisé d'une chaudière de centrale thermique. Typiquement les dispersions se révèlent s'étaler sur un intervalle de 1 à 3 % pour des charbons individuels et de 1 à 8 % pour les charbons d'un groupe.

IND. **Y 243** Fiche n° **56.535**

F.S. KARN, A. FRIEDEL et A.G. SHARKEY Jr. Diffusion studies of light hydrocarbon gases through coal. *Etudes de diffusion d'hydrocarbures gazeux légers à travers le charbon.* — **U.S. Bureau of Mines,** R.I. n° 7441, 1970, octobre, 11 p., 7 fig.

Les auteurs procédèrent à des mesures de l'écoulement de méthane, hélium, éthane, butane et toluène au travers de minces disques préparés à partir de blocs de charbon coupés parallèlement et perpendiculairement au plan de stratification de la couche Pittsburgh. L'écoulement augmenta avec la différence de pression et la température. A la température ambiante et pour une pression différentielle entre les deux faces du disque de 1 atm, on releva respectivement : 881 x 10^{-10} cm^2/s pour l'hélium, 1,2 x 10^{-10} cm^2/s pour le méthane, 0,54 x 10^{-10} cm^2/s pour l'éthane, 0,35 x 10^{-10} cm^2/s pour le n-butane et 3,8 x 10^{-10} cm^2/s pour le toluène. Les débits selon le plan de stratification furent doubles de ceux selon un plan perpendiculaire à celle-ci. Les énergies d'activation furent de 3,9 kcal/mole pour l'hélium, de 13,6 kcal/mole pour le méthane, la diffusion étant mesurée, soit selon le plan de stratification, soit selon un plan perpendiculaire à celle-ci.

Biblio. 10 réf.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. **J 213** Fiche n° **56.663**

J. GIBSON. An appraisal of the utilisation potential of colliery waste. *Une appréciation du potentiel d'utilisation des stériles de charbonnages.* — **Mining and Minerals Engineering,** 1970, novembre, p. 28/33 et 42, 2 fig.

Les déchets de l'exploitation du charbon, pierres ou stériles de lavoirs, brûlés ou non, trouvent parfois des utilisations dans la construction des routes, remblais et agglomérés ou encore la fabrication de laine minérale. Pour les schistes de lavoirs, on examine la possibilité d'utiliser la combustion en lit fluidisé pour les sécher et obtenir un produit stable économiquement intéressant. Une possibilité nouvelle de fabriquer des matériaux plastiques à bon marché à partir des déchets de charbonnages est envisagée favorablement, mais elle ne s'adressera qu'à une faible partie de ceux-ci. En somme le mode de valorisation le plus prometteur serait la déshydratation préalable en trémies coniques suivie d'incinération en lit fluidisé, particulièrement dans le cas où le séchage complet est rendu facile par une teneur suffisante en carbone des schistes ou par une addition de mixtes ou charbon de peu de valeur.

IND. **J 313** Fiche n° **56.822**

X. Maintenance and supply. *L'entretien et les approvisionnements.* — **Coal Age,** 1970, octobre, p. 156/163, 17 fig.

Les services d'entretien et d'approvisionnements dans les charbonnages desservant le complexe de centrales thermiques de Pensylvanie comportent une organisation d'inspection et de vérification systématique et planifiée. On s'efforce de prévenir les pannes et les baisses de rendement du matériel en assurant les remplacements ou réparations en temps utile. Les principes d'organisation dans ces charbonnages sont exposés, ainsi que leur application; formation du personnel technique, contrôle de l'entretien, ateliers de réparation, lubrification des machines, enregistrement des opérations d'entretien sur cartes spéciales, services d'approvisionnement et d'emmagasinement, également contrôlés par cartes spéciales.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE.

IND. **M 51** Fiche n° **56.986**

G.H. DAMON et H.P. GREGOR. Reduction in environmental pollution through new developments in polymer science and engineering. *Diminution de la pollution du milieu ambiant au moyen de nouveaux développements réalisés dans la science des polymères et la technique appliquée.* — **VIme Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid, 1970, 1/6 juin. Communication IV-6, 6 p., 1 fig.

I. Traitement des eaux résiduaires des mines : certaines technologies modernes de la centrifugation et de l'épuration des liquides ainsi que l'utilisation de coagulants et floculants synthétiques à base de polymères appliqués aux suspensions permettant de ne déverser que des eaux pures dans les cours d'eaux. Pour le traitement des eaux de mines, on peut utiliser les réactions spécifiques entre les familles solides de la chaîne du polymère et les particules en suspension. Pour un effet optimal il est nécessaire de réaliser un équilibre entre les groupements hydrophiles et hydrophobes. Les eaux de mines contiennent habituellement une haute concentration en ions Ca et il

est nécessaire, si on veut maintenir la dissolubilité, de former des groupements sulfonyles plutôt que carbonyles. On recourt parfois également, dans certains cas spécifiques, à la méthode de dialyse électrique. Le nouveau procédé de fabrication des acides et des bases par électrodyalise bipolaire, rendait possible le traitement des eaux acides de mines avec des dissolutions relativement grandes et d'un coût acceptable. II. Désulfuration et réduction des fumées. Les auteurs décrivent diverses améliorations apportées aux méthodes traditionnelles et certaines méthodes récentes permettant la neutralisation et la récupération du SO_2. Du point de vue facilité d'évacuation du produit final de la réaction, le procédé qui produit du S 1 élémentaire est plus avantageux que celui qui produit de l'acide sulfurique. III. Dépoussiérage des fumées et gaz résiduels. La principale difficulté d'une épuration efficace réside dans la taille relativement petite des particules solides en suspension dans le gaz. On décrit certains matériels actuellement commercialisés aux USA qui combattent efficacement la pollution.

IND. **M 51** Fiche n° **56.670**

X. La pollution de l'air par les automobiles. Solutions proposées pour New York — **Annales des Mines** (France), 1970, octobre, p. 27/32, 3 fig.

Le New-York City Council vient de faire étudier par le Yale Legislation Service les possibilités d'une nouvelle législation pour limiter la pollution due aux automobiles. Après avoir rappelé la situation actuelle, on indique les solutions proposées : 1) encourager la généralisation des moteurs à combustion externe (cycle de Rankine) en équipant les véhicules municipaux et les taxis de New-York - 2) expérimentation de moteurs électriques, de moteurs à vapeur et de moteurs à combustion interne fonctionnant au gaz de pétrole liquéfié ou au gaz naturel - 3) diminution progressive de la teneur en plomb de l'essence - 4) inspection périodique des véhicules et amende pour ceux qui, faute d'entretien ou de réglage, polluent plus qu'ils ne le devraient. Il est probable que certaines de ces recommandations seront retenues, malgré les dépenses qui en résulteront.

Résumé de la Revue.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 1221** Fiche n° **56.661**

J.H. LONGSTAFFE. A review of mechanical engineering affecting safety in mines. 1969. *Revue de la construction mécanique intéressant la sécurité dans les mines. 1969.* — **Mining Technology,** 1970, octobre, p. 24, 29/39, 11 fig.

Plusieurs mises à molettes sont rapportées et commentées quant à leurs causes et aux conclusions pratiques qu'elles inspirent, surtout dans le cas de glissement de câble dans les installations d'extraction Koepe. Un accident fatal survenu à une machine d'extraction à vapeur à laquelle une réparation par soudure avait été effectuée montre la nécessité de l'attention à apporter aux opérations d'entretien. La fabrication des câbles d'extraction et de halage, leurs essais et leur inspection ont également une grande importance : le fait est démontré par la relation de deux accidents graves dans des transports par câbles pendant une translation de personnel. On attire l'attention sur les stipulations auxquelles doivent répondre les attaches de câbles. Les accident occasionnés par les chaînes de halage des machines de tailles sont fréquents et il importe de faire usage d'appareils limitant la tension à une valeur acceptable. Il faut aussi veiller à la surveillance et à l'entretien des ancrages, connecteurs de chaînes et dispositifs de protection. Il faut enfin veiller à ce qu'une brusque inversion du sens de marche ne provoque de dangereuses oscillations des chaînes. Le sérieux problème des incendies souterrains est abordé : leurs causes et leur prévention, en particulier avec les convoyeurs et les huiles inflammables.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 117** Fiche n° **56.646**

H. ZORYCHTA. Developments in coal mining. 1969. *Développements en exploitation du charbon. 1969 (Canada).* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, octobre, p. 1197/1202.

Les perspectives pour l'Est du Canada vont vers une diminution de production. Pour l'Ouest, c'est le contraire : on prévoit 40 Mio. t par an pour la métallurgie et la production d'électricité. Les développements techniques dans l'Est comprennent des expériences réussies de captage du grisou, des modifications aux abatteuses-chargeuses pour améliorer le rendement de la coupe, l'abattage mécanisé dans une extrémité de retour de niche de taille et un remblayage mécanisé avec bosseyement de voie. Dans l'Ouest Canadien, on utilise l'équipement le plus moderne pour l'exploitation, la préparation et l'expédition par bateau. Des expériences hydrauliques souterraines ont commencé en 1969. La restauration des terrains après exploitation a également accompli des réalisations importantes. Le Centre de recherches minier a clôturé ses travaux en Nouvelle-Ecosse et se prépare à ouvrir un nouveau champ de recherches à Calgary dans l'Alberta.

IND. Q 134 Fiche n° **56.591**

M. COMBESCURE, G. CAGNIONCLE et P. SINOU. Mission aux U.S.A. (10 novembre 1969 - 1er décembre 1969). — **Chambre Syndicale des Mines de Fer de France,** Bulletin Technique n° 100, 1970, 3me trimestre, p. 165/185, 14 fig.

I) Dans son programme d'étude des réglementations, la mission a récolté des enseignements utiles relatifs : a) à la fabrication, au stockage, au transport et à l'emploi du nitrate-fuel, par comparaison aux autres explosifs; b) au transport et au stockage du fuel dans les mines souterraines. II) Le nitrate-fuel est en pleine expansion aux U.S.A.; sa part est de 70 à 80 % d'explosifs à usage industriel. Le conditionnement en sacs multicouches est généralisé pour les mines souterraines. Le transport en vrac est utilisé au jour et autorisé au fond. III) Au cours de leurs visites dans les mines de fer, les auteurs ont noté : 1) le remplacement des estacades par des chargeurs Wagner, pour le chargement, dans la méthode du block-caving; 2) la teneur du minerai magnétique extrait est faible (38 %) mais un atelier d'enrichissement et la fabrication de pellets accompagnent toujours l'extraction; 3) A White-Pine, des recherches sont en cours, avec l'utilisation d'un mineur continu Robbins, l'essai d'abattage électrique, le remplacement du bouchon en V par un bouchon canadien sur gros trous (200 mm), l'utilisation d'un concasseur de quartier Eimco à mâchoires horizontales, fond oscillant alimenté par un crible vibrant. Ils ont également vu une méthode de surveillance des toits par contrôle de la convergence des épontes. Le « Raise Borer » fabriqué par Dresser O.M.E. permet de forer un trou entre 2 niveaux. Le trou pilote de 246 mm est élargi en remontant jusqu'à 2,70 m de diamètre; la longueur de forage peut atteindre 200 m. L'Electrofac Corporation étudie l'emploi du courant électrique pour le fractionnement des roches.

IND. Q 2 Fiche n° **56.668**

G. ADER. Le système français des statistiques industrielles. — **Annales des Mines** (France), 1970, octobre, p. 5/18, 2 fig.

Le système actuel d'enquêtes statistiques industrielles reste encore profondément marqué par ses origines; instauré pendant la seconde guerre mondiale et dans l'immédiat après-guerre, il avait pour but d'organiser la répartition des matières premières dans une économie de pénurie. Limité dans ses objectifs, ce système n'a pu s'adapter aux mutations de l'économie industrielle des années 1950-1960. Des initiatives issues de plusieurs administrations ont cependant permis de compléter ce système d'enquêtes par des dépouillements de formulaires administratifs et de montrer la voie d'une réorganisation de l'appareil statistique français. Ces améliorations n'en restaient pas moins insuffisantes. Aussi, en 1964, l'I.N.S.E.E. et le ministère de l'Industrie ont-ils arrêté les principes d'une réforme de cet ensemble d'informations. Depuis, la mise en application de la réforme se fait progressivement, en s'adaptant aux besoins des comparaisons internationales, notamment au sein du Marché Commun.

Résumé de la Revue.

Communiqué

PROTECTION INCENDIE

L'Association Nationale pour la Protection contre l'Incendie vient d'éditer deux nouvelles brochures dont l'une donne le texte intégral de l'article 52 du Règlement Général pour la Protection du Travail récemment mis à jour (NT 103) et l'autre reprend la liste des établissements dangereux, insalubres ou incommodes présentant un danger d'incendie d'après une mise à jour récente (NT 104).

Ces deux documents contiennent les textes français et néerlandais des principales obligations légales mises à jour. Ils peuvent être obtenus en virant le montant de 100 F (TVA comprise) au C.C.P. n° 5768.80 ANPI-Bruxelles.

Mededeling

BRANDBEVEILIGING

Zopas heeft de Nationale Vereniging voor Beveiliging tegen brand twee nieuwe brochures uitgegeven.

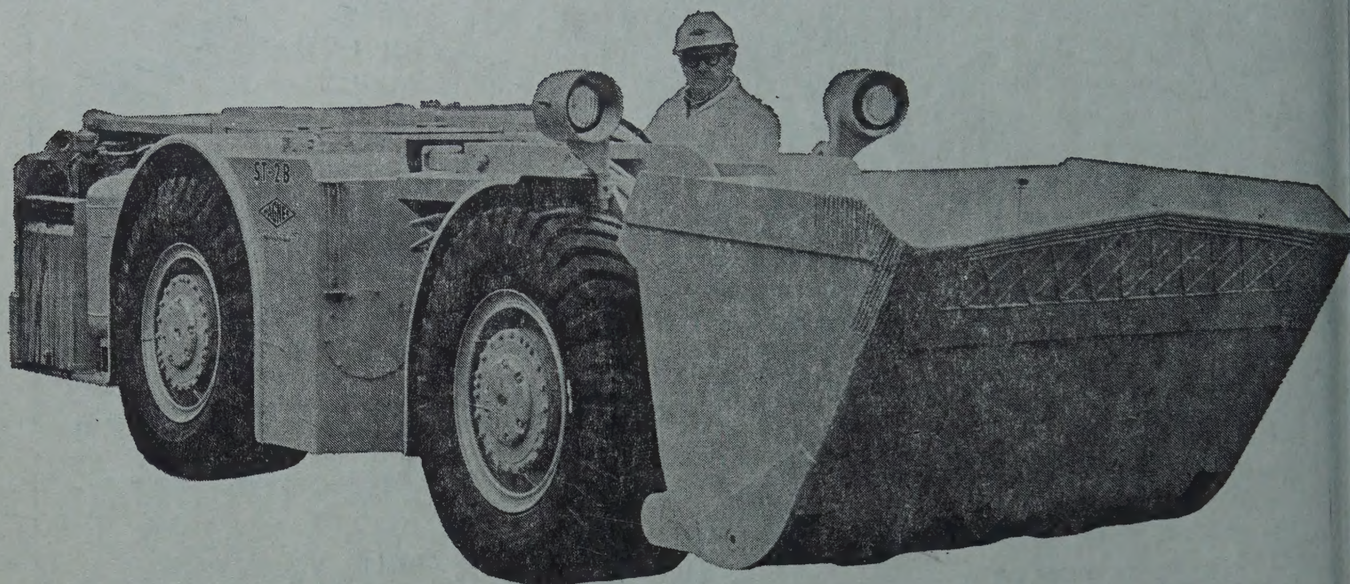
De eerste brochure betreft de integrale tekst van artikel 52 van het Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming onlangs bijgehouden (NT 103).

De andere brochure herneemt de lijst van de gevaarlijke, ongezonde of hinderlijke inrichtingen, onlangs bijgehouden (NT 104).

Deze twee dokumenten bevatten nederlandse en franse teksten aangaande principiële wettelijke verplichtingen, onlangs bijgehouden. Zij kunnen bekomen worden door storting van 100 F (BTW inbegrepen) op onze P.C.R. nr. 5768.80 NVBB-Brussel.

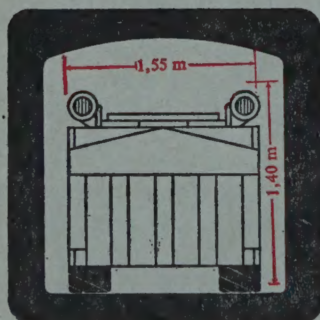
conçu pour l'exploitation des mines filonniennes le scooptram ST 2 B...





...en production ou en traçage

1,55 m de large
1,40 m de haut
1500 litres de capacité



Jusqu'à présent, il était difficile de pousser la mécanisation dans les galeries de mine de faible ouverture. Le ST 2 B peut charger et transporter dans des galeries de 2 mètres de large. Avec son godet de 1 500 litres, son moteur diesel de 78 CV, son convertisseur de couple, sa boîte de vitesses automatique, il peut être utilisé aussi bien en traçage qu'en production. Dans bien des cas, il peut se déplacer le long des convoyeurs pour des opérations de nettoyage et encore rendre bien des services à l'exploitant en assurant l'approvisionnement au quartier. Doté d'un épurateur des gaz d'échappement sur demande, le ST 2 B peut être équipé d'un moteur anti-déflagrant.



50 AVENUE VICTOR HUGO
PARIS (16ème)
TEL : 553 36 57

69 RUE DE MAREVILLE
54-LAXOU/NANCY
TEL. : 53-94-33

EM-D4-370

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij R. LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel